



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Metodología para la evaluación energética de edificios comerciales en Colombia basados en estándares y normas internacionales

Juan Esteban Alis Restrepo

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Minas

Medellín, Colombia

2014

Metodología para la evaluación energética de edificios comerciales en Colombia basados en estándares y normas internacionales

Juan Esteban Alis Restrepo

Trabajo Final presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Ingeniería Administrativa

Director:

Ph.D. Sergio Botero Botero

Perfil de Profundización:

Eficiencia Energética

Grupo de Investigación:

Modelamiento y Análisis de Energía – Ambiente – Economía MAEAE

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Minas

Medellín, Colombia

2014

Agradecimientos

Agradezco al profesor Sergio Botero Botero por ayudarme en la definición y dirección de este trabajo final y por atenderme pacientemente durante este proceso.

A mi esposa, Sandra González, por su continua motivación en la realización de la maestría, por ayudarme a salir de los bloqueos que viví durante la realización de este trabajo final y por su compañía, paciencia y amor.

Resumen

Este trabajo final, estudia, analiza y resume dos certificaciones de edificios sostenibles pioneras en el mundo, *Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)* y *Building Research Establishment's Environmental Assessment Method (BREEAM)* en la modalidad de operación y mantenimiento, además de normas y estándares internacionales relacionados con la gestión energética, tales como: la norma ISO 50001, los lineamientos y metodología de Energy Star y la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo.

Tras la documentación y análisis de estas propuestas metodológicas, se plantea una metodología de gestión energética de edificios comerciales, la cual recopila, de las certificaciones, normas y estándares antes descritos, aspectos importantes y aplicables en Colombia que permitan conocer, gestionar, evaluar y comparar el consumo energético de una edificación. Parte de esta metodología fue aplicada en el edificio de Dirección General de Bancolombia durante el proceso de certificación LEED, algunos de estos resultados se ilustrarán en este trabajo.

Palabras clave: Gestión Energética, LEED, BREAM, ISO 50001, Energy Star, Edificios Sostenibles, Cambio Climático

Abstract

This Final Project, studies, analyzes and summarizes two pioneers certifications of sustainable buildings in the world, which are LEED®: Leadership in Energy and Environmental Design, and BREEAM®: Building Research Establishment's Environmental Assessment Method in the category of Operation and Maintenance, moreover this project approached some rules and international standards related with energy efficiency, such as: ISO 50001, guidelines and methodology of Energy Star, and 2002/91/CE of the European Parliament normativity.

After the documentation and analysis of these methodological proposals, an adapted methodology for energy management in commercial buildings is proposed, which collects from the certifications, regulations and standards described above, important aspects applicable in Colombia, that allows learn, manage, evaluate and compare aspects of energy consumption for buildings. Part of this methodology was applied in the building of headoffice of Bancolombia during the LEED certification process, some of these results will be illustrated in this final project.

Keywords: Energy management, LEED, BREEAM, ISO 50001, Energy Star, Green Buildings, Climate Change.

Contenido

	Pág.
Resumen	V
Lista de figuras	IX
Lista de tablas	X
Introducción	1
1 Planteamiento del problema	3
2 Objetivo general y objetivos específicos	7
2.1 Objetivo General	7
2.2 Objetivos Específicos	7
3 Marco teórico	9
3.1 Antecedentes	9
3.2 Gestión energética y certificaciones de edificios en el mundo	11
3.3 Certificaciones en Colombia	14
4 Sostenibilidad aplicada al diseño y planeación de instalaciones	17
4.1 Metodología de diseño sostenible de edificaciones e instalaciones	18
4.2 Importancia de la fases del diseño y planeación en las futuras instalaciones con sello de sostenibilidad	19
4.3 Materiales de construcción para instalaciones sostenibles	20
4.4 La envolvente: Pieza clave para una edificación sostenible	21
4.4.1 Aplicaciones activas de la envolvente	22
4.4.2 Aplicaciones pasivas de la envolvente	23
5 Certificaciones, estándares y guías para la gestión energética de edificios	25
5.1 BREEAM® Método de evaluación y certificación de la sostenibilidad en la edificación (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method)	24
5.2 LEED® Liderazgo en diseño ambiental y energía (Leadership in Energy and Environmental Design)	28
5.3 Directiva del parlamento europeo	37
5.4 Energy Star	40
5.5 ISO 50001	44
5.6 Auditorías para gestión energética en edificios	47

6	Metodología	50
6.1	Política de eficiencia energética	51
6.2	Equipo humano para la gestión energética	52
6.3	Levantamiento o realización de un informe técnico y de operación del edificio (Auditoria)	54
6.4	Definición de los planes estratégicos	56
6.5	Indicadores de gestión energética	57
6.5.1	Indicadores de consumo energético	57
6.5.2	Indicador técnico - económico	61
6.5.3	Indicadores de comunicación y divulgación	62
6.6	Planes de comunicación de buenas prácticas y resultados	63
6.7	Plan de seguimiento y mejora continua de la gestión energética	63
6.8	Comparar el consumo de energía con otros edificios.	65
7	Caso de estudio: Edificio de Dirección General de Bancolombia	66
7.1	Definición de lineamientos hacia la sostenibilidad	66
7.2	Conformación del equipo humano:.....	67
7.3	Descripción del edificio y sus sistemas	67
7.3.1	Documento técnico del edificio Dirección General Bancolombia	68
7.4	Seguimiento a la gestión energética e indicadores.	70
7.4.1	Comportamiento climático de la ciudad durante los últimos meses	74
8	Conclusiones y Recomendaciones	77
8.1	Conclusiones	77
8.2	Recomendaciones:	78
	Bibliografía	80

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1: Certificaciones LEED obtenidas en Colombia hasta febrero 2014	15
Figura 2: Sistema de Gestión de la Energía.....	47
Figura 3: Diagrama de Auditoría Tradicional Vs Continua Evaluación Energética.....	49
Figura 4: Distribución consumo de Energía Edificio Dirección General Bancolombia.....	59
Figura 5: Calculo Huella de Carbono – Factores de Emisión.....	61
Figura 6: Consumo de kWh de un mes	70
Figura 7: Consumo de kWh de un día.....	71
Figura 8: Consumo energético promedio por días de semana al mes	72
Figura 9: Comportamiento climático de Medellín – Antioquia 2010 – 2014.....	74
Figura 10: Calificación Energy Star para el edificio dirección general de Bancolombia.....	75

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Comparativa Benchmarking Edificios certificados LEED/No certificados	14
Tabla 2. Principales hallazgos Informe “Towards A Greener Future”	26
Tabla 3. Principales hallazgos Informe “Corporate sustainability in European property companies”	26
Tabla 4. Principales hallazgos Informe “Sustainability Briefing”	26
Tabla 5. Principales hallazgos Informe “RISC Research”	26
Tabla 6. Principales hallazgos Informe “The Value of BREEAM”	27
Tabla 7: Ahorros energía kWh proyecto Lumine	73

Introducción

La investigación y desarrollo de fuentes renovables de energía, la implementación de redes inteligentes de energía en las ciudades, la continua gestión energética en todos los puntos de consumo, la búsqueda e innovación en equipos más eficientes, la construcción de edificios y casas sostenibles e inteligentes, son algunos aspectos de un modelo que poco a poco se está implementando en Estados Unidos y Europa, gracias a la concientización colectiva, certificaciones y a las tendencias globales.

Por lo tanto, pensar en optimizar y gestionar procesos y recursos, construir y mantener edificios limpios y menos contaminantes, y actualizar aquellos que no cuentan con apropiada gestión energética, son acciones que están a favor de la implementación de este pensamiento. La eficiencia energética aparece entonces, como ese recurso estratégico clave para mantener el nivel de vida en los países desarrollados y producir un desarrollo sostenible en todo el planeta, además de concebirse como una fuente potencial de energía que se alimenta por la corrección de ineficiencias encontradas en los procesos o sistemas. Mejorar el consumo energético en los edificios, mediante la gestión e implementación de medidas que ayuden a reducirlo, es una manera de aportar significativamente al pensamiento sostenible antes planteado.

Es así como en el mundo aparecen, metodologías, certificaciones y normas que ayudan a evaluar y mejorar la gestión energética de edificios, sin embargo, en Colombia aún hay mucho por hacer e implementar y es por esto que surge la necesidad de contextualizar metodologías Europeas y Estadounidenses que permitan evaluar la gestión de los edificios y entender, cómo ciertos factores, asociados a esta gestión, inciden en el desempeño de sus equipos (eficiencia), el bienestar de las personas que lo habitan (confort) y su gestión energética (administración de los recursos).

Este trabajo final, inicia estudiando y comparando las normas, estándares y certificaciones de edificaciones sostenibles mas representativas del mundo,

enfatiéndose en el capítulo de gestión y eficiencia energética para edificios existentes tales como: *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), *Building Research Establishment's Environmental Assessment Method* (BREEAM), ISO 50001, *Energy Star*, la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo.

El futuro de la gestión energética es muy prometedor, pues reducirá costos de operación, mejorará la calidad medioambiental, reducirá las emisiones de CO₂ producto de la combustión de fósiles para la generación de energía y minimizará las ineficiencias de los equipos. (Doty & Turner, 2006, pp. 5).

1 Planteamiento del problema.

Desde comienzo del presente siglo se ha cuestionado en el mundo el modelo energético el cual está basado, preferentemente, en los combustibles fósiles (carbón, gas y petróleo) para la generación de energía, en la entrega inconsciente de energía al consumidor y en grandes puntos de generación distantes de las fuentes de consumo.

El incremento en los costos del petróleo y el gas, además de su condición de limitado, la amenaza del cambio climático provocado por las emisiones de CO₂ producto de la combustión de estos hidrocarburos, el continuo crecimiento de la población mundial, las grandes pérdidas en el transporte de energía al sitio consumo, la ineficiencias en equipos, iluminación, climatización y procesos, hacen cada vez más inviable el modelo antes mencionado. Un informe preparado por el *Potsdam Institute for Climate Impact Research y Climate Analytics* para el Banco Mundial, (2013) concluye que el mundo experimentaría un calentamiento de 4°C en el curso del presente siglo a menos que se adopten, sin dilación, medidas concertadas. Así mismo describe una hipótesis alarmante para los años venideros en donde los científicos afirman que si la temperatura de la Tierra aumenta en 2°C, (lo que puede ocurrir en el término de veinte a treinta años), ese fenómeno causará situaciones generalizadas de escasez de alimentos, olas de calor sin precedentes y ciclones más intensos. Hoy, la temperatura del planeta supera en 0,8°C los niveles registrados en el siglo XVIII. En el curso de una generación se podrá encontrar un mundo 2°C más cálido. (Banco Mundial, 2013).

Los edificios tienen gran incidencia en el consumo de energía de las ciudades, pues concentran una buena parte de la población urbana y consumen cerca del 40% de energía de las ciudades en su operación, donde su forma, su envolvente, los sistemas que poseen, el mantenimiento de sus equipos, la gestión administrativa, tienen mucho que ver con el consumo, por lo tanto, se considera importante que los edificios, en

especial los nuevos, se desarrollen teniendo presente materiales constructivos y equipos eléctricos y mecánicos eficientes energéticamente considerando las condiciones climáticas que lo rodean, además de incentivar la implementación de tecnologías limpias y la búsqueda de buenas prácticas relacionadas con la operación y uso responsable de los equipos por parte de los residentes. (El Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, 2003).

Para determinar cuan eficiente energéticamente es un edificio, es necesario conocer el consumo de energía, o que se estime necesaria, para satisfacer las distintas necesidades asociadas a un uso estándar. Dicha magnitud deberá quedar reflejada en uno o más indicadores cuantitativos, calculados, teniendo en cuenta el aislamiento, las características técnicas y de instalación, el diseño (en relación con los aspectos climáticos), la exposición solar y la influencia de construcciones próximas, la generación de energía propia y otros factores, incluidas las condiciones ambientales interiores, que influyan en la demanda de energía. La eficiencia energética de un edificio deberá expresarse de una forma clara y podrá incluir un indicador de emisiones de CO₂. (El Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, 2003).

Es así como surgen certificaciones de edificios que dan respuesta al pensamiento sostenible y a la preocupación mundial por el cambio climático. Una certificación genera una información técnica objetiva, la cual aporta transparencia al mercado inmobiliario y fomenta inversiones en ahorro de energía y reducción de emisión de CO₂ (GEES Grupo de Estudios de Energía para la Sostenibilidad Càtedra Unesco de Sostenibilitat UPC, 2011) además contribuye a mejorar los costos de operación y el aprovechamiento de los recursos consumidos por el edificio.

En Colombia, actualmente existe un creciente interés por parte de constructores y gestores de edificios, en desarrollar, operar e implementar ideas que involucren la eficiencia energética. A pesar de la reciente norma ISO 50001, la cual aborda la gestión energética referida principalmente al consumo de ciertos dispositivos (iluminación, aire acondicionado, paneles solares), no hay ninguna norma que se refiera a construcciones verdes en Colombia (Álvarez C. & Serna, F. 2012), obligando a los interesados a buscar normas internacionales como son LEED®, BREEAM®, Energy Star, entre otras, las

cuales no están 100% contextualizadas con el entorno Colombiano, además de los costos adicionales por su implementación y acreditación, dificultando su eficacia y aplicabilidad.

A su vez, algunas de las edificaciones en Colombia, están diseñadas y construidas con ideas o adopciones de soluciones comerciales internacionales, especialmente en el envolvente externo, menospreciando consideraciones fundamentales acerca del comportamiento ambiental de los cerramientos. Un adecuado diseño de las ventanas, techos, muros aislantes de calor, posición del edificio en el sitio, uso de aleros y de protección solar, son conceptos importantes que evitan ineficiencias energéticas y mejora el confort de aquellos que lo habitan.

2 Objetivo general y objetivos específicos.

2.1 Objetivo General

Establecer una metodología para la gestión energética de edificios comerciales en Colombia mediante la investigación, análisis, contextualización y aplicación de estándares y normativas internacionales así como de tecnologías limpias que permitan conocer, mejorar y comparar el desempeño energético.

2.2 Objetivos Específicos

- Destacar los puntos claves de la certificación LEED®, la norma ISO 50001 y la norma BREEAM® en los capítulos relacionados con la gestión energética, que sean pertinentes con la metodología a contextualizar.
- Establecer indicadores de energía que permitan evaluar en Colombia, el desempeño energético de un edificio comercial, identificar su estado actual y cuantificar las mejoras que conlleven la implementación de la gestión energética.
- Proponer un método de evaluación o auditoría que permita llevar a cabo un sistema de gestión energética que involucre un proceso continuo de verificación y gestión en los edificios comerciales en Colombia.
- Diseñar una metodología de gestión energética para edificios, aplicable al entorno Colombiano, a partir de los hallazgos obtenidos de la investigación, análisis y contextualización de la información.

- Mostrar mediante un caso de estudio de un edificio comercial en Colombia (Edificio Dirección General de Bancolombia – Sede Medellín) la implementación de acciones que conllevan al mejoramiento del desempeño energético.

3 Marco teórico.

3.1 Antecedentes

El Protocolo de Kyoto, firmado por las principales economías mundiales, fue inicialmente adoptado el 11 de diciembre de 1997 en Kyoto - Japón, pero no entró en vigor hasta el 16 de febrero de 2005. (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2008). Este protocolo mostró un claro compromiso mundial hacia el cuidado del medio ambiente y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, obligando a los gobiernos a establecer leyes y políticas que cumplan sus compromisos adquiridos haciendo más rigurosas las leyes y normas en los aspectos ambientales. Hasta mayo de 2013, 191 países han firmado y ratificado este protocolo (United Nation, 2013).

Si bien el protocolo de Kyoto, ha marcado un paso importante hacia el pensamiento sostenible, no fue el inicio. Desde hace varias décadas y principalmente desde los años setenta se ha cuestionado el modelo energético, el cual está basado, preferentemente, en la explotación de los combustibles fósiles (carbón, gas y petróleo) para la generación de energía, en la entrega inconsciente de energía al consumidor y en grandes puntos de generación distantes de la fuentes de consumo.

La edificación sostenible, comienza a hacerse visible en los años setenta, con el movimiento hacia la edificación verde y el desarrollo sostenible, haciendo especial énfasis en la conservación de la energía y la eficiencia energética. (Macías & García, 2010).

En los años ochenta se pone en evidencia el impacto ambiental producido por la construcción y operación de edificios, además en esta misma década se diagnostican enfermedades a los residentes de edificios provocadas por la mala calidad del aire

interior y la inadecuada ventilación en edificios herméticos, surgiendo el síndrome del edificio enfermo. Es así como, desde la década de los ochenta, se ha venido construyendo gradualmente un modelo de evaluación verde que incluya impactos asociados a la construcción y operación de edificios más eficientes y amigables con el ambiente. (Macías & García, 2010). A su vez, ha existido una progresiva conciencia y exigencia por parte de las administraciones y agentes del sector de la construcción en diseñar, construir y rehabilitar edificaciones que sean cada vez más sostenibles, eficientes y disminuyan el impacto negativo hacia el ambiente.

En un contexto Colombiano, en octubre del 2001, se crea la ley 697, la cual establece en el Artículo 1° “El Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE) como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales” (Congreso de Colombia, 2001). Dos años más tarde, en diciembre del 2003, el Gobierno Colombiano, aprueba el decreto 3683/2004 que establece la “comisión intersectorial para el uso racional y eficiente y las fuentes de energía no convencionales (CIURE)”, como entidad asesora en el Ministerio de Minas y Energía y con la Unidad de Planeación Minero Energética UPME, el cual busca la conservación del medio ambiente a través del uso de energías no convencionales, particularmente energías renovables (solar, eólica, biomasa, etc.) en zonas alejadas y selváticas del país, donde la generación de energía por combustible fósil es la opción preferida debido a las condiciones de aislamiento de la red interconectada del país.

El 16 de diciembre de 2002, la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, establece un marco común destinado a fomentar la mejora del rendimiento energético de nuevas construcciones (GEES Grupo de Estudios de Energía para la Sostenibilidad Càtedra Unesco de Sostenibilitat UPC, 2011, p. 9). Posterior a esta, surge la decisión 406/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009, la cual relaciona el esfuerzo de los Estados miembros para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero a fin de cumplir los compromisos adquiridos por la Comunidad hasta 2020, establece un artículo explícitamente denominado Artículo 4 relacionado con la “Eficiencia Energética” (El Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea,

2009 p. 136, 148) y el 19 de mayo del 2010, el Parlamento Europeo la complementa y publica la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios (El Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, 2010, p. 13, 35).

Por su parte, el Gobierno de Estados Unidos ha fijado objetivos generales de ahorro energético en los edificios del gobierno federal y de reducción de las emisiones de los gases de efecto invernadero. Se incluyen políticas específicas de compra de productos eficientes energéticamente que han obtenido la etiqueta “*Energy Star*”.

En Perú, el 23 de octubre del 2007, a través del Decreto Supremo N° 053-2007-EM, se emite el Reglamento de la Ley, en la cual se formulan las disposiciones para promover el Uso Eficiente de la Energía en el país. (Ministerio de Energía y Minas del Perú, 2008), igualmente en Colombia en el 2010 se lanzó el programa de uso racional de la energía y fuentes no convencionales PROURE, un plan de acción con alcance hasta el 2025.

Como estándar Internacional, el 15 de junio del 2011, la organización Internacional de normalización aprobó la norma ISO 50001. Los enfoques de la norma parten de la identificación de la situación actual del consumo energético de los equipos, sistemas o procesos de una organización en relación con los productos o servicios realizados. La norma también define políticas, planes de acción, procedimientos y procesos. Esta norma se basa en el ciclo de mejora: Planificar – Hacer – Verificar - Actuar (PHVA).

3.2 Gestión energética y certificaciones de edificios en el mundo

En los noventa surge BREEAM® (*Building Research Establishment's Environmental Assessment Method*) fue el primer modelo para la valoración de edificios en el mundo y fue elaborado por el Reino Unido y aplicado en su mayoría en Europa. Es considerado el método de evaluación y certificación para edificios sostenibles más avanzado, siendo líder a nivel mundial con más de veinte años en el mercado y superando los 270.000 edificios certificados en 63 países desde su primera versión en el año 1990. (BREEAM®.es)

BREEAM® se traduce en una mayor rentabilidad para quien construye, opera y/o mantiene el edificio, además de dar un mayor confort y salud para quienes lo habitan. (BREEAM®.es)

En 1993 después de la formación del *Green Building Council* de USA (USGBC), los miembros de la organización se dieron cuenta rápidamente que la industria de la construcción sostenible necesitaba un sistema para definir y medir "edificios verdes" en Estados Unidos. El primer piloto de certificación LEED® (*Leadership in Energy and Environmental Design*), también conocida como LEED® versión 1.0, fue lanzada en la cumbre de afiliación USGBC en agosto de 1998. El sistema LEED® fue aplicado, principalmente en sus inicios, en USA hasta convertirse en referente mundial de certificación de edificio sostenible, también surgió en 1998 la certificación DGNB (*German Sustainable Building Certificate*) por parte de los alemanes, la cual ha tenido poca divulgación debido a que la mayoría de la información se encuentra escrita en alemán.

LEED® brinda a los propietarios de edificios y a sus operadores un marco conciso para identificar e implementar soluciones verdes para el diseño, construcción, operación y mantenimiento, que sean prácticas y medibles. Desde su creación, LEED® ha evolucionado para representar con mayor precisión e incorporar las nuevas tecnologías de construcción verde, llegando a 148 países en el mundo y con más de 24.000 edificios certificados (8.800 en nueva construcción, 3.340 en certificación de oficinas, 2.600 en edificios en operación y mantenimiento, y el resto entre colegios, hospitales, bodegas, barrios y casas. (USGBC Directorio de proyectos LEED® en el mundo, 2014).

En Alemania y el Reino Unido existe un proceso de certificación energética de edificios obligatorio para todos aquellos que estén en construcción, de igual manera Estados Unidos, desde 1998, aplica su propia metodología para la certificación de edificios y España, el 19 de enero del 2007, aprobó el Real Decreto 47/2007 que regula el proceso de certificación de la eficiencia energética de los edificios basado en la Directiva establecida por el Parlamento Europeo.

En Dinamarca, por ejemplo, desde 1979 ha existido un etiquetado energético de edificios para certificar el grado de eficiencia energética. Este sistema de etiquetado ha sido modificado en varias ocasiones siendo su última actualización en el 2006. La puesta en

práctica de este sistema requiere que todos los edificios estén etiquetados antes de su venta. La etiqueta consiste en una clase energética de eficiencia, que va desde la letra A, para los energéticamente más eficientes, a la letra G, para los menos eficientes, además entrega una recomendación individual sobre cómo reducir, aún más, el consumo de energía (GEES Grupo de Estudios de Energía para la Sostenibilidad Càtedra Unesco de Sostenibilitat UPC, 2011, p. 3).

Como se ha visto, la gestión energética de edificios, hacen que los gobiernos propongan recomendaciones y certificaciones a constructores, propietarios y administradores de edificaciones. Estas recomendaciones surgen debido a ese pensamiento sostenible de la sociedad y a la preocupación mundial por el calentamiento global, impulsado por normas, leyes, acuerdos internacionales y certificaciones cada vez más exigentes que incluyen de manera prioritaria este aspecto, haciendo reaccionar el mercado orientado a la tecnificación de edificios con equipos eficientes, con software de gestión y análisis, con iluminación eficiente, con el aprovechamiento de aplicaciones de automatización y control de los procesos, con la investigación y aplicación de materiales de construcción con propiedades térmicas y ambientales especiales, con la inclusión de proyectos de energía alternativa (solar, eólica, entre otras) y con el surgimiento de tecnología limpias más accesibles, haciendo posible pensar que la gestión energética en edificios pueda estar al alcance de la mayoría de ellos y que la inversión realizada tiene un retorno en un tiempo razonable.

Sin embargo, existen estudios e investigaciones donde se cuestiona el efecto de reducción de consumo energético en edificios con certificación LEED, por ejemplo, en Nueva York durante el 2011, se recopiló información para la realización de un benchmarking en 953 edificios de oficinas de la ciudad de Nueva York. Veintiún de estos edificios, habían sido certificados LEED, lo que permitió hacer una comparación del consumo energético y de la emisión de gases con otros edificios de oficinas no certificados del mismo tipo, geografía y clima. El resultado, después de aplicar metodologías de distribución Gaussiana, muestra que los edificio certificados consumen más energía que los no certificados, un porcentaje de edificios certificados LEED Categoría *SILVER* usan la misma cantidad de energía y emiten la misma cantidad de gases que los edificios no certificados, mientras que aquellos certificados *GOLD*, muestran una reducción de un 20% del consumo de energía y de emisión de gases que los no certificados, (Scofield, John H, 2013), lo que implica que una certificación como la

LEED no es garantía de eficiencia energética debido a sus diferentes capítulos y puntos a evaluar durante la certificación, el peso de eficiencia de energía en la certificación corresponde al 35% de esta y si bien hay prerequisites que apuntan hacia la eficiencia, no necesariamente un edificio certificado tiene una calificación excepcional en este sentido, comparación que ilustra la Tabla 1.

Tipo de Edificio	Consumo Energético
Edificios No certificados LEED	Base de comparación
Edificios Certificados LEED	Mayor consumo de energía que los No certificados.
Edificios Certificados LEED Silver	Mayor o igual consumo de energía que los No certificados
Edificios Certificados LEED Gold	20% menos de consumo de energía que los No Certificados

Tabla 1. Comparativa Benchmarking Edificios certificados LEED/No certificados (Scofield, John H 2013).

3.3 Certificaciones en Colombia

El Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS), fundado en febrero del 2008 y miembro pleno del Consejo Mundial de la Construcción desde noviembre del 2009, trabaja con el ideal de implementar y hacer construcciones amigables con el uso de los recursos en Colombia, de tal manera que pueda generar ahorro de energía y contribuir con el cuidado del planeta. Actualmente el CCCS está trabajando en la generación de un Sello Ambiental Colombiano para las Edificaciones Sostenibles (SAC-ES) que permitirá la certificación de edificios en Colombia con una norma adaptada al entorno colombiano. (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, 2013), sin embargo tras varios años de investigación aún no está terminada.

El surgimiento del CCCS en el 2008 permitió la divulgación y estudio de estándares internacionales en el país, generando un creciente interés en la implementación de proyectos verdes que cumplan estos estándares y sean firmes candidatos a obtener certificaciones, que por supuesto, incluyan aspectos relacionados con la eficiencia

energética. La certificación LEED® lleva la delantera en Colombia siendo la preferida por propietarios, administradores y constructores de edificios. Actualmente Colombia tiene 121 proyectos registrados en la plataforma LEED®, treinta y cuatro de ellos ya certificados y los demás están en proceso de certificación, mientras que BREEAM hace esfuerzos para penetrar el mercado colombiano, por ejemplo, Martin Townsend, director de *Building Research Establishment - BRE* estuvo en Colombia en marzo del 2013 buscando socios e impulsando BREEAM®, sin embargo, no se encontraron evidencias hasta ahora que indiquen que algún edificio del país posea esta certificación.

El incremento del número de edificios certificados LEED® en Colombia es evidente, en la figura 1 se ve el aumento de estos en el país en los últimos cuatro años. (USGBC Directorio de proyectos LEED® en el mundo, 2014).

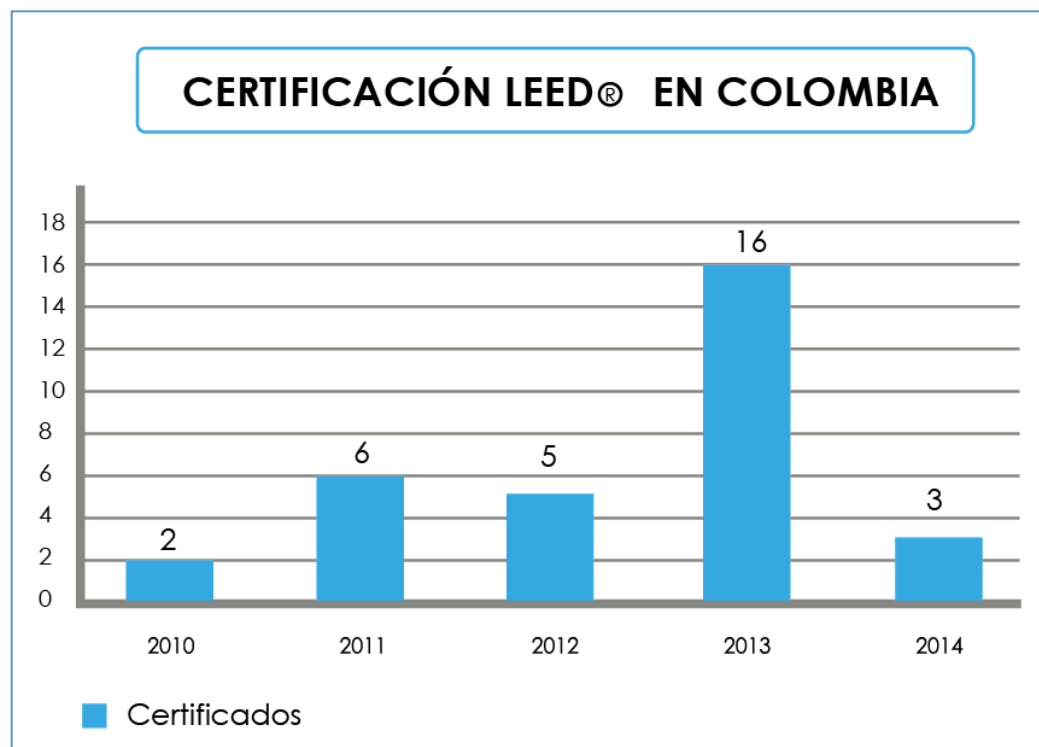


Figura 1. Certificaciones LEED obtenidas en Colombia hasta febrero del año 2014 USGBC.com

Algunas de las edificaciones con certificación LEED® en Colombia son: (USGBC Directorio de proyectos LEED® en el mundo, 2014).

Bogotá: 3M Centro Técnico, Contempo oficinas corporativas, Falabella Centro Mayor y Novartis sede corporativa, Rochester School.

Antioquia: Guarne: Avon centro de distribución. Medellín: Bancolombia Dirección General, Edificio de Ingeniería de la Universidad Eafit y Falabella Santafé

Pereira: Falabella Parque Arboleda.

Bucaramanga: Homecenter.

Barranquilla: Atlántica Torre empresarial.

Para el caso de la norma ISO 50001, en mayo del 2013, Schneider Electric obtuvo la primera certificación otorgada en Colombia en su centro de distribución ubicado en la zona industrial de Bogotá. A su vez, la Compañía también fue la primera en el mundo en obtener ese reconocimiento en su sede central de París, conocida como Le Hive. (Paisminero, 2013). No se encontraron más evidencias de otras empresas que hayan logrado esta certificación en el país.

4 Sostenibilidad aplicada al diseño y planeación de instalaciones

El concepto de sostenibilidad en las edificaciones, enmarcado en las políticas actuales de mejorar los impactos medioambientales, debe ser apropiado por la sociedad, desde el Gobierno hasta la empresa privada, pasando por todos los actores que intervienen en la planeación, diseño y ejecución de un proyecto de construcción.

Cualquier proyecto de construcción, independientemente de su ubicación, tamaño, intención, sector, técnica, tecnología y materiales utilizados para su ejecución, tiene un ciclo de vida, desde la planeación del mismo, su vida útil, y en algunos casos, su demolición, transformación, rehabilitación o ampliación.

Teniendo en cuenta que el sector de la construcción tiene un impacto directo en el medio ambiente, se deben establecer en la etapa de planeación y diseño, unas buenas prácticas e introducir aspectos de sostenibilidad que den como resultado ahorros energéticos, aprovechamiento de los recursos, manejo adecuado de los residuos, disminución de las emisiones de CO₂, manejo de aguas, etc., así como implementar el uso de materiales reciclados o aquellos que impliquen una menor huella de carbono en su producción. Es importante pensar en la interacción del espacio con las personas en el momento de diseñar instalaciones, siendo de suma importancia establecer prioridades como el confort, la adaptación al espacio físico, la salud, la calidad de vida, la inclusión a las personas discapacitadas, etc., haciendo del espacio interior, un ambiente propicio para la productividad en todos sus aspectos. Independiente de si se quiere conseguir una certificación para efectos legales, contractuales, o de visibilidad, se debe dar la importancia al hecho de pensar en las instalaciones, sean éstas de carácter industrial, comercial, deportivas, educativas, entre otras, como lugares amigables con el medio ambiente y con la sociedad.

4.1 Ejemplo de metodología de diseño sostenible de edificaciones e instalaciones

El proceso del diseño tradicional ha sido dirigido en su mayoría por los propietarios y arquitectos, siendo estos últimos, los encargados de gestionar en el proyecto recursos como son los contratistas, ingenieros, consultores especializados, entre otros. El enfoque del diseño basado en la sostenibilidad, integra desde su etapa inicial a los diferentes actores que intervienen en la ejecución del proyecto, es un ejemplo, la metodología utilizada por la firma de arquitectos BNIM (BNIM, 2013) la cual a través de un proceso iterativo y de comunicación participativa continua entre todos los actores, incluyendo a grupos de usuarios, hace posible obtener una visión y entendimiento significativo para un acertado diseño y planeación, encaminados a satisfacer las necesidades tanto de la construcción, como de las personas que habitarán y usarán las instalaciones, teniendo en cuenta el impacto medioambiental y social en la ubicación física del proyecto, es decir, el proceso de diseño de BNIM abarca el concepto de diseño integral, el cual representa una colaboración organizada entre disciplinas y un entramado de sistemas de construcción para producir una arquitectura que sea ambiental y económicamente responsable.

Este enfoque se traslada en una metodología (BNIM, 2013) la cual contiene, en la fase de diseño, etapas como:

1. **Descubrir:** Escuchar, investigar, establecer hallazgos.
2. **Diseñar:** Sintetizar hallazgos, desarrollar conceptos, testear escenarios, consensuar, refinar, documentar.
3. **Construir:** Apoyar al equipo constructivo, representar al propietario, mantener el diseño.
4. **Ocupar:** Verificar el desempeño de las instalaciones, apoyar la transición, acompañar a la administración y gestión del edificio.
5. **Aprender:** Mejorar y elevar el desempeño de las instalaciones con el tiempo, generar información de uso, informar para futuros proyectos las lecciones aprendidas.

Para la fase de planeación, las etapas de la metodología son:

1. **Descubrir:** Comprometer a la comunidad, obtener información, establecer una visión del proyecto.
2. **Analizar:** Cubrir todos los aspectos con la información obtenida, definir referenciaciones, construir en equipos.
3. **Planear:** Explorar escenarios, pronosticar resultados, generar estrategias.
4. **Alinear:** Verificar metas, establecer objetivos, priorizar estrategias, consensuar.
5. **Implementar:** Crear la hoja de ruta para la ejecución del proyecto, monitorear progreso.

4.2 Importancia de las fases del diseño y planeación en las futuras instalaciones con sello de sostenibilidad

Los estudios previos al diseño y planeación de proyectos constructivos consideran aspectos que hoy en día son obligatorios en normativas como la del ayuntamiento de Madrid. (Ayuntamiento de Madrid Foro Pro Clima, 2012).

Esta normativa contempla realizar estudios relacionados con la energía, en cuanto a las exigencias básicas de ahorro de energía, la limitación de la demanda energética, el rendimiento de las instalaciones térmicas si aplica, la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación, la contribución solar mínima de agua caliente sanitaria y la contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica. Así mismo recomiendan realizar estudios micro climáticos de la zona, para establecer acciones en la fase de planeación que conlleven a un diseño sostenible de las instalaciones: estudio de los vientos predominantes, estudio del entorno, la orientación solar para definir el diseño de fachadas, entre otros. En cuanto al tratamiento de los residuos, es obligatorio realizar un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición, en el cual, se definan aspectos como la cantidad de residuos que se generarán durante la ejecución, qué manejo se les dará, qué criterios de prevención de residuos se adoptarán, cómo se podrían reutilizar, cómo se van a eliminar, transportar, separar, almacenar, etc., y estimar

el costo de esta gestión. En cuanto al manejo de las aguas, se debe realizar un plan de control de la erosión y contaminación de aguas en zonas de construcción. Se recomienda realizar un plan de gestión sostenible del agua, estudiando las posibilidades de reutilización y reciclado de aguas, de captación de agua lluvia, durante la ejecución del proyecto. (Ayuntamiento de Madrid Foro Pro Clima, 2012).

Existen otros aspectos importantes en el diseño de instalaciones sostenibles, y son aquellos que tienen que ver con la interacción persona-instalación, tales como el estudio de los sistemas de transporte, movilidad e infraestructura cercana que conlleven a un menor uso de vehículos de combustión e incentiven el transporte público y el uso de alternativas más amigables con el medio ambiente. La iluminación y la optimización del uso de la luz natural, la distribución interna en las instalaciones, la ventilación natural, entre otros. (Vicerrectorado de Infraestructuras y Campus de la Universidad de Granada, 2011).

En esta fase del diseño, es importante incluir estrategias como el diseño para el desmantelamiento (DfD- Design for Deconstruction), al final de la vida útil del edificio, ya que facilitará la reutilización de los componentes y materiales.

Al diseñar y construir el edificio se define cómo se “deconstruirá” previendo que los elementos y materiales no se destruyan y puedan ser reutilizados. (Rocha Tamayo E, 2011)

4.3 Importancia de los materiales de construcción para instalaciones sostenibles.

Es durante la fase de diseño, cuando se deben establecer qué tipos de materiales, serán los adecuados en cuanto a sostenibilidad, procedencia, tipo, producción y calidad.

Una buena práctica a implementar, es la de utilizar aquellos materiales que tengan bajo impacto durante su proceso de producción, que sean locales, es decir, que su extracción y producción, si aplica, sean realizados a distancias cortas con la finalidad de disminuir

las emisiones de CO₂ que causa el transporte de material, que sean renovables, provenientes de materias primas cultivables, como algunas maderas y fibras naturales, el caucho natural, la guadua, el corcho, etc., siempre velando que provengan de bosques cultivados para la explotación y garantizando que no haya deforestación, además que sean durables y que su mantenimiento esté alineado con el concepto de sostenibilidad. (Rocha Tamayo E, 2011)

4.4 La envolvente: pieza clave para una edificación sostenible

La envolvente en una edificación, juega un papel clave en cuanto a la sostenibilidad, es más que una cubierta estética, su funcionalidad es la de ser un filtro entre el ambiente exterior e interior, es un sistema complejo que tiene que resolver temas como el intercambio de energía, seguridad, humedades y condensaciones, manejo de residuos, mantenimiento, durabilidad, estanqueidad, construcción y estética. (Sánchez de León & Marti, 2013).

La protección térmica, es la capacidad que tiene la envolvente de controlar el intercambio de energía. La envolvente intenta evitar cambios de temperatura notorios que afecten a los usuarios, a los equipos en las instalaciones, o a la edificación misma, haciendo que el diseño de los sistemas de refrigeración y calefacción (HVAC) sean más pequeños y eficientes.

El aislamiento térmico, la inercia térmica, y el control de la radiación solar, son los aspectos más importantes a considerar en el diseño óptimo de la envolvente, obteniendo como resultado eficiencias energéticas. Otros factores a considerar son el control del flujo de sonidos del exterior, y la moderación de los efectos del clima: viento, lluvia, etc. (Vicerrectorado de Infraestructuras y Campus de la Universidad de Granada, 2011).

Es por ello que, como elemento clave durante la fase de diseño de instalaciones sostenibles, la envolvente requiere algunas consideraciones importantes a la hora de

diseñarla como son las aplicaciones activas y pasivas. Estos son elementos de apoyo para usar la envolvente como herramienta que aporta sostenibilidad a la edificación.

4.4.1 Aplicaciones activas de la envolvente

Son aquellos elementos que necesitan energía para trabajar, algunos son:

Producción de energía: Integran mecanismos de producción de energía renovable directamente en el diseño de la envolvente. Utilizan la radiación solar o la velocidad del viento para producir energía. Integrando de esta manera sistemas fotovoltaicos, solar térmicos o eólicos en la envolvente.

Adaptación al clima: Se entiende como la habilidad de un sistema de cerramiento para adaptarse a las diferentes exigencias que tenga el clima de su localidad, soportando sus adaptaciones en sistemas secundarios que requieren un uso mínimo de energía para activarse. Estos sistemas son soportados por mecanismos electrónicos, sensores o motores, los cuales tienen la desventaja de requerir aún más mantenimiento que los sistemas pasivos.

Sistemas fotocatalíticos: Se entienden como los que aplican en sus sistemas materiales que tiene una respuesta química que descontamina el medio ambiente, esta respuesta química se llama fotocatalisis.

Evaporación Activa (gestionan el intercambio de agua): Este sistema consiste en una red de tubos cerámicos que va adosada al exterior de la fachada, por los cuales corre agua de lluvia recolectada previamente en la cubierta del edificio. (Sánchez de León & Marti, 2013).

4.4.2 Aplicaciones pasivas de la envolvente

Se basan en el intercambio de energía y de agua. Estas aplicaciones son pasivas porque su gestión no utilizan energía o agua para trabajar. Se clasifican en:

Protección contra la radiación solar: Se entiende por el apantallamiento de la superficie exterior, especialmente las ventanas, para contrarrestar una excesiva irradiación solar o deslumbramiento. Este tipo de aplicación presenta tres limitantes: La necesidad de aportaciones térmicas en épocas frías, el objetivo de tener visuales directas y nítidas al exterior, y la gestión de luz natural diurna en el interior. Por lo tanto, cuando se diseñan, hay que tomar en cuenta estas variables y calcular bien sus dimensiones, posición y diseño para que tenga un mejor funcionamiento, dependiendo de las condiciones del edificio. (Sánchez de León & Martí, 2013).

Evaporación Pasiva: Este sistema de envolvente trabaja por medio de paneles de materiales porosos (por ejemplo la cerámica), los cuales filtran el agua por medio de los poros de la arcilla, esta agua filtrada cuando tiene contacto con el ambiente seco exterior se evapora, produciendo un enfriamiento del ambiente que la rodea. De esta manera el ambiente interior de los edificios que utilicen este sistema se ven afectados por este enfriamiento pasivo.

La captación y recolección de aguas lluvias: Estos sistemas de envolventes son los que permiten la recolección de las aguas lluvias para luego reutilizarlas dentro del sistema de aguas grises del edificio o en el de las torres de enfriamiento del aire acondicionado. Estos sistemas pueden ir desde lo más sencillo, teniendo sólo tanques de recopilación que estén conectados con los drenajes de aguas lluvias que por norma tienen que tener el edificio, hasta sistemas más complejos, donde la geometría de la envolvente del edificio se diseña de cierta manera en que la recopilación de estas aguas sea mayor, aprovechando de mejor manera este tipo de recurso.

La humedad por medio de vegetación: El efecto de evaporación por medio de la fachada vegetal funciona por medio del enfriamiento por evaporación de las hojas y el suelo, dependiendo del tipo de planta, de la exposición de la misma, y el tipo de sistema constructivo que se le aplique, tomando en consideración que la humedad de esta piel vegetal solo se dará por medio de sistemas de riego y/o por medio de la capa de tierra compactada y la capa vegetal. (Sánchez de León & Martí, 2013).

5 Certificaciones, estándares y guías para la gestión energética de edificios.

Las certificaciones, estándares y guías de edificios surgen como respuesta a la preocupación por el cambio climático y al cumplimiento de las obligaciones establecidas en el Protocolo de Kyoto. Estas generan información técnica objetiva, la cual aporta transparencia al mercado inmobiliario y fomenta inversiones en ahorro de energía y reducción de emisión de CO₂ (GEES Grupo de Estudios de Energía para la Sostenibilidad, Càtedra Unesco de Sostenibilitat, 2011), además contribuye a diseñar, construir y mantener, aplicando las buenas prácticas, edificaciones que den como resultado mejoras en sus costos de operación y un aprovechamiento de los recursos durante todo el ciclo de vida del mismo.

5.1 BREEAM® Método de evaluación y certificación de la sostenibilidad en la edificación (*Building Research Establishment's Environmental Assessment Method*)

BREEAM®, es un método de evaluación y certificación de edificios sostenibles, que se traduce en: mayor rentabilidad para quien construye, opera y mantiene el edificio. Por ejemplo, en cuanto a su operación, disminuye el consumo energético entre un 50-70%, el consumo de agua hasta en un 40% y los gastos de funcionamiento y mantenimiento entre un 7-8%. Respecto a los propietarios y constructores, aumenta el valor de los inmuebles en un 7,5% e incrementa las rentas y su tasa de ocupación en un 3% y 3,5% respectivamente. BREEAM realizó cuatro informes independientes de IVG, Cushman&Wakefield, Universidad de Maastrich y Schneider Electric sobre las tendencias

del mercado, la rentabilidad de los inmuebles sostenibles y la relación costo/beneficio, los resultados se resumen en las Tablas 2, 3, 4, 5 y 6 (BREEAM®, 2014).

Informe "Towards A Greener Future", Marzo 2014
El 60% elige BREEAM como su certificado preferido en Europa, por delante de LEED
71% aceptaría un sobrecoste en un inmueble con credenciales de sostenibilidad
80% preferiría un único organismo de certificación.
88% está a favor de los certificados que reconocen la sostenibilidad de la propiedad y la gestión de la edificación

Tabla 2. Principales hallazgos Informe "Towards A Greener Future" Marzo 2014 BREEAM.es

Informe "Corporate sustainability in European property companies", Marzo 2013
54% de las empresas inmobiliarias cuenta con personal especializado en sostenibilidad
63%, espera obtener una ventaja competitiva o un rendimiento financiero a través de la sostenibilidad
Se ha triplicado el número de inmuebles certificados desde el año 2011
BREEAM acumula 2.947 certificados en Europa frente a los 1.679 que suman en conjunto LEED y otras certificaciones verdes

Tabla 3. Principales hallazgos Informe "Corporate sustainability in European property companies" Marzo 2013 BREEAM.es

Informe "Sustainability Briefing", Septiembre 2012
96% había puesto en práctica una política de sostenibilidad a nivel inversión en 2012, frente al 40% en 2011
77% considera que unas credenciales pobres de sostenibilidad influyen en la decisión de vender una propiedad
93% cree que existen diferencias en el valor de un edificio sostenible y otro que no lo es: reducción del tiempo de comercialización y atracción de mejores clientes con rentas Premium.

Tabla 4. Principales hallazgos Informe "Sustainability Briefing" Septiembre 2012 BREEAM.es

Informe RICS Research, Marzo 2012
Las zonas con edificios BREEAM revalorizan un 1,5% los arrendamientos y un 6% el precio de compra-venta
En los edificios con certificación BREEAM los alquileres son un 21% superiores y los importes de compra-venta un 18% superiores (previo análisis de la competencia, ubicación y condiciones macroeconómicas)

Tabla 5. Principales hallazgos Informe "RICS Research" Marzo 2012 BREEAM.es

Informe "The Value of BREEAM", Septiembre 2012
50% de los promotores consideran que facilita la venta y alquiler de los inmuebles
43% destaca la disminución de costes de mantenimiento y 59% que mejora la satisfacción de los usuarios
77% confirma un aumento del reconocimiento del sector y una mejora de sus credenciales en RSE

Tabla 6. Principales hallazgos Informe "The Value of BREEAM" Septiembre 2012 BREEAM.es

La primera versión BREEAM surge en 1990, ha superado las 270.000 edificaciones certificadas, tiene presencia en 63 países especialmente en el Reino Unido y Europa y una red de más de 2.600 asesores independientes. Ha sido por muchos años una medida de referencia mundial para el desempeño medioambiental de un edificio (BREEAM®, 2014).

BREEAM® contempla diez tipos de edificaciones y usos diferentes tales como:

- **BREEAM® Comunidades (BREEAM® Communities):** Utilizado en desarrollos urbanos ya sea de uso habitacional, de uso mixto o comercial. Garantiza el desarrollo del proyecto bajo esquemas de sostenibilidad.
- **BREEAM® en uso (BREEAM® in use):** Sirve para edificaciones existentes que se encuentran en uso, mide el desempeño y la manera cómo opera el edificio.
- **BREEAM® Cortes (BREEAM® Courts):** Solo es aplicable en Inglaterra y Gales. Es utilizada para medir el impacto ambiental de las oficinas gubernamentales.
- **BREEAM® Educación (BREEAM® Education):** Certifica escuelas, universidades, centros de convenciones, etc.
- **BREEAM® Industrial (BREEAM® Industrial):** Se utiliza en centros de almacenamiento y distribución, industria ligera (fábricas de ensamblaje, centros de paquetería, talleres mecánicos, etc.).
- **BREEAM® Salud (BREEAM® Healthcare):** Utilizado en centros de salud como hospitales, clínicas, centros psiquiátricos, etc.
- **BREEAM® Comercio (BREEAM® Retail):** Es utilizada en la evaluación de tiendas comerciales, supermercados, bancos, oficinas, restaurantes, locales de comida rápida, entre otros.
- **BREEAM® Prisiones (BREEAM® Prisons):** Evalúa prisiones de alta, media y baja seguridad, además de correccionales de menores.

- **BREEAM® Multiresidencial (*BREEAM® Multiresidencial*):** Evalúa asentamientos multifamiliares, refugios de indigentes, asilos de ancianos y orfanatos.
- **BREEAM® Centros de Datos (*BREEAM® Data Centres*):** Se implementa en edificios donde al menos el 75% del inmueble este designado al almacenamiento y administración de datos, mediante servidores.

La certificación consiste en un sistema de otorgamiento de puntos que agrupa los impactos ambientales generados por la construcción y operación del edificio. Comprende las distintas fases de diseño, construcción y uso de los edificios y dispone de esquemas de evaluación y certificación en función de la tipología y uso del edificio. Está dividido en diez categorías que son:

- **Energía (*Energy*):** Mide la eficiencia energética a través de simuladores o históricos de consumo, también incluye la medición de la huella de carbono. Veintiún puntos posibles.
- **Administración (*Management*):** Política de administración y manejo del sitio en todas sus etapas (Diseño, construcción, operación y desmonte). Diez puntos posibles.
- **Salud y Bienestar (*Health & Wellbeing*):** Calidad del ambiente interior, ruido, luz, calidad del aire, etc. Catorce puntos posibles.
- **Transporte (*Transport*):** Mide la accesibilidad del edificio mediante transporte público o sistemas limpios. Catorce puntos posibles.
- **Agua (*Water*):** Consumo eficiente del recurso, se exige medición y seguimiento. Seis puntos posibles.
- **Materiales (*Materials*):** El uso de materiales de construcción y dotación de muebles del edificio deben ser de origen sostenible. Doce puntos posibles.
- **Residuos (*Waste*):** Premia el uso y manejo de los residuos durante la operación y construcción del edificio. Seis puntos posibles.
- **Uso del suelo y Ecología (*Land use and ecology*):** Está relacionado con la utilización previa del terreno y la mejora del mismo. Diez puntos posibles.
- **Contaminación (*Pollution*):** Castiga el uso de gases refrigerantes de efecto invernadero. Doce puntos posibles.

- **Innovación (*Innovation*):** Califica el uso y creación de diseños innovadores o políticas de gestión novedosas que no están contemplados en ninguna de las áreas ya mencionadas. Diez puntos posibles.

El número total de puntos obtenidos en cada una de estas categorías se multiplica por un factor denominado “Factor de peso ambiental” que tiene en cuenta la importancia relativa de cada área de impacto. Los puntos obtenidos son sumados y el número resultante se traduce en cinco niveles de certificación tales como: *Pass* (treinta a cuarenta y cuatro puntos), *Good* (cuarenta y cinco a cincuenta y cuatro puntos), *Very Good* (cincuenta y cinco a sesenta y nueve puntos), *Excellent* (setenta a ochenta y cinco puntos) y *Outstanding* (mayor a ochenta y cinco puntos).

La documentación de los créditos necesariamente debe estar acompañada por un asesor o profesional certificado BREEAM®, de tal manera que permita darle fluidez y seriedad al proceso. Estos asesores son entrenados y licenciados por BRE Global.

Una vez completado el proceso de evaluación, BRE certificará el nivel BREEAM® alcanzado.

5.2 LEED® Liderazgo en diseño ambiental y energía (*Leadership in Energy and Environmental Design*)

LEED® (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental) es un estándar o certificación voluntaria desarrollada y avalada por el Consejo de Edificios Verdes de Estados Unidos (USGBC por sus siglas en inglés), basada en el consenso para apoyar y certificar el éxito del diseño, construcción y operación de edificaciones verdes. Esta evalúa el rendimiento ambiental de todo el edificio teniendo en cuenta su ciclo de vida completo (diseño, construcción, mantenimiento y desmonte) (USGBC, 2009).

Las áreas más importantes que el LEED® estudia son: ahorro energético, eficiencia en consumo de agua, reducción de emisiones de CO₂, mejora de la calidad ambiental interna y manejo de los recursos y sensibilidad en cuanto a su impacto (USGBC, 2009).

LEED® brinda a los propietarios de edificios y a sus operadores un marco conciso para identificar e implementar soluciones verdes para el diseño, construcción, operación y mantenimiento que sean prácticas y medibles. Esta certificación ha evolucionado desde su creación original en 1998 con el fin representar con mayor precisión e incorporar las nuevas tecnologías de construcción verde. Hoy en día, LEED® contiene nueve sistemas de clasificación para el diseño, construcción y operación de edificios, viviendas y barrios, lo que significó que para el 2011 fuera el segundo método adoptado en el mundo con 24.682 edificaciones certificadas en más de 120 países (Martin Sleeuw, 2011).

Los nueve sistemas de calificación son: LEED® para estructuras, LEED® para nuevas construcciones, LEED® para desarrollos de barrios o conjuntos residenciales, LEED® para tiendas o centros comerciales, LEED® para clínicas y hospitales, LEED® para casas residenciales, LEED® interiores comerciales, LEED® para colegios y LEED® para edificios existentes en operación y mantenimiento.

LEED® en su versión del 2009 tiene cien puntos posibles, más seis adicionales por Innovación y diseño y cuatro puntos por prioridad regional. Los edificios pueden calificar para cuatro niveles de certificación:

- Certificado: Cuarenta – Cuarenta y nueve puntos
- Silver: Cincuenta – Cincuenta y nueve puntos
- Gold: Sesenta – Setenta y nueve puntos
- Platinum: más de ochenta puntos

Todos los créditos reciben al menos un punto por su cumplimiento y hay algunos que representan hasta dieciocho, como es el caso de la eficiencia energética. Todos los créditos tiene el mismo puntaje en las diferentes regiones y países, es decir no existe un puntaje diferenciado o una certificación diferente para cada país o región (USGBC, 2009).

Los créditos con el impacto más representativo hacia el medio ambiente reciben el mayor puntaje. Lo que demuestra el interés de LEED® en premiar aspectos tales como la eficiencia energética con dieciocho puntos posibles en el crédito EAc1 *“Optimize Energy Efficiency Performance”*, el cual revisa y compara el consumo energético del edificio con base en múltiples edificios registrados, y de acuerdo con su consumo y comportamiento se le asigna una calificación representada en puntos LEED®. También esta certificación premia aspectos relacionados con transporte alternativo para llegar a la edificación, asignando quince puntos como su máximo, para el crédito SSc4: *“Alternative Commuting Transportation”*, donde se evalúa durante el proceso de certificación la manera como los residentes y visitantes llegan al edificio (bus, metro, caminando, bicicleta, taxi, carro propio). Si las personas utilizan preferentemente medios públicos de transporte en vez de los privados, la huella de carbono que se genera para llegar al sitio de trabajo disminuye considerablemente y hace del edificio una edificación más sostenible.

Para el seguimiento y control durante el proceso de certificación, la USGBC ofrece, una plataforma web llamada LEED®-Online, la cual permite presentar el 100% de su documentación en línea y de manera digital. LEED®-Online facilita y permite cargar plantillas, ver y enviar solicitudes de interpretación de créditos, gestionar información clave del proyecto, delegar responsabilidades a los miembros del equipo y determinar que créditos se tiene ya documentados, esta información es revisada por un equipo de expertos quienes después de un proceso de verificación informan los créditos que han sido aceptado y otros que deberán ser mejor documentados para su obtención.

Es de resaltar que para la obtención y validación de los créditos es necesario presentar documentación que certifique y demuestre el cumplimiento de los créditos y prerequisites durante un periodo de medición no inferior a tres meses, durante este tiempo se debe recolectar toda la información necesaria para cada punto y dejarla disponible en la plataforma de LEED® Online para su revisión, una vez se considere que se cumplen todos los prerequisites y créditos a obtener, se completan en la plataforma y se inicia el proceso de revisión y estudio por parte del USGBC.

La certificación LEED® divide sus créditos en cinco categorías principales las cuales otorgan un total de 100 puntos. Estas categorías son: 1. Sitios sostenibles, 2. Eficiencia en el consumo de agua, 3. Energía y atmósfera, 4. Materiales y Recursos y 5. Calidad

ambiental interna. Además tiene dos categorías o capítulos adicionales que entregan diez puntos más, las cuales están asociadas a la innovación en los procesos y a la prioridad de los recursos según la región. Es importante resaltar que además de los créditos, que representan puntos para la obtención de la certificación, existen unos prerrequisitos que se tienen que cumplir y que deben ser los primeros a evaluarse antes de iniciar cualquier proceso de certificación, pues sin el cumplimiento de los mismos no es posible obtener la certificación así se cumpla con el número de puntos establecidos por la norma.

La distribución de prerrequisitos y créditos varía de acuerdo con la clasificación de la certificación, por ejemplo, para el caso de la certificación en operación y mantenimiento de edificios existentes se tienen nueve prerrequisitos. A continuación se explica brevemente cual es la intención de cada categoría y el número de créditos, puntos y prerrequisitos que representan en la certificación.

- **Sitios sostenibles.**

Esta categoría no tiene prerrequisitos para cumplir, representa veintiséis puntos LEED® en ocho créditos.

Los aspectos que califica están relacionados con el sitio donde el edificio fue construido; desalienta la construcción sobre terrenos que no han sido desarrollados previamente; minimiza el impacto del edificio sobre los ecosistemas y los sistemas hidrológicos en el que se encuentra; fomenta el diseño de áreas verdes regionalmente apropiadas con plantas nativas y de fácil cuidado; premia la elección de sistemas de transporte inteligentes y la manera como sus visitantes y residentes llegan a el; controla las aguas pluviales residuales además de incentivar que las aguas lluvias permanezcan en el terreno; mediante planes de manejo de jardines evita la erosión de terreno, la contaminación ligera, el efecto de isla de calor y la contaminación relacionada con la construcción.

- **Eficiencia en el consumo del agua.**

Esta categoría tiene un prerrequisito relacionado con la calidad de los equipos y sistemas hidrosanitarios, básicamente trata de evitar que al momento de cambios o reformas se instalen sistemas menos eficientes que los que actualmente tiene la construcción, representa catorce puntos LEED® en cuatro créditos.

Esta categoría busca fomentar el uso inteligente del agua adentro y afuera. La reducción de agua es generalmente lograda mediante aparatos, accesorios y enseres más eficientes y a través de una cultura del uso racional del recurso en sus ocupantes. Esta categoría premia la existencia de diferentes equipos de medición al interior de la edificación a los cuales se les realice seguimiento semanal, de tal manera que se puedan encontrar fugas o desviaciones rápidamente, además incentiva el uso del agua lluvia o de nivel freático para el riego de jardines y otros usos tales como el sistema de refrigeración o el vaciado de los sanitarios.

- **Energía y atmósfera.**

Esta categoría tiene tres prerrequisitos relacionados con el tipo de refrigerante usado en el sistema de refrigeración, el histórico de consumo de energía del edificio y la explicación de la manera como el edificio opera en su día a día, representa treinta y cinco puntos LEED® en seis créditos.

La categoría de Energía y Atmósfera fomenta una gran variedad de estrategias de energía: comisionamiento; vigilancia del uso de energía; diseño y construcción eficientes; aparatos, sistemas e iluminación eficientes; el uso de fuentes de energía limpias y renovables, generadas en el sitio o fuera del sitio; y otras estrategias innovadoras.

- **Materiales y recursos.**

Esta categoría tiene dos prerrequisitos relacionados con la compra de equipos y muebles para el edificio y de una política de manejo de los residuos sólidos, representa diez puntos LEED® en nueve créditos.

Esta categoría fomenta la selección de productos y materiales cultivados, cosechados, producidos y transportados de forma sostenible. Promueve la reducción de desperdicios al igual que la reutilización y el reciclaje, y toma en cuenta la reducción de desperdicios en el punto de origen del producto, además incentiva las compras de equipos eficientes y compromete a los proveedores del edificio a buscar productos sostenibles y amigables con el ambiente.

- **Calidad ambiental interna.**

Esta categoría tiene tres prerequisites relacionados con la creación de una política de prohibición del cigarrillo al interior del edificio, cumplimiento de normas internacionales como la ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers*) relacionada con el diseño y operación del sistema de aire acondicionado y por último incentiva a la creación de una política relacionada con la compra y utilización de productos de limpieza biodegradables y de bajo impacto con el ambiente. Representa 15 puntos LEED® en quince créditos.

La categoría de Calidad Ambiental Interna, promueve estrategias para mejorar el aire interior con filtros de alta calidad y garantizando la renovación del aire, además, se preocupa por brindar espacios con iluminación natural y vistas para los empleados desde el puesto de trabajo y mejorar los estándares de limpieza y fumigación al interior del edificio.

- **Innovación en el Diseño.**

La categoría de Innovación en el Diseño da puntos adicionales a los proyectos que utilicen tecnologías y estrategias nuevas e innovadoras que permitan mejorar el rendimiento de un edificio más allá de lo requerido por LEED®. Esta categoría también premia con un punto a los proyectos que incluyan un profesional acreditado LEED® en su equipo de trabajo, garantizando así un enfoque holístico integrado en la fase de diseño y construcción.

A continuación se abordará con más detalle el capítulo de eficiencia energética de la certificación LEED® donde se explica la intención de sus prerequisites y créditos y así entender cómo se desarrolla y aplica. Esta categoría de energía y atmósfera otorga treinta y cinco puntos LEED® en seis créditos y tiene a su vez tres prerequisites para cumplir.

- **Prerrequisito EAP1: Mejores Prácticas de la Gestión de la Eficiencia Energética (*Energy Efficiency Best Management Practices*).**

El objetivo de este prerequisite es promover la continuidad de la información para asegurar que las estrategias de funcionamiento eficiente de la energía se mantengan y permitan proporcionar una base para el análisis de los sistemas.

Se debe entregar documentación que explique las características, el funcionamiento, el mantenimiento y la operación diaria (horarios de encendido y apagado) de los principales equipos electromecánicos tales como: el aire acondicionado, iluminación, ascensores, torres de enfriamiento, entre otros, junto con sus herramientas de gestión (automatización) y tendencias o gráficas de consumo que evidencien lo que se describe. Además se debe realizar un estudio o auditoria energética de la edificación donde se presenten la evidencia de los consumos y proyectos que permitan mejorarlo. Toda esta información es fundamental para el entendimiento del edificio y las opciones de mejora que este tiene, además, dará las pautas para alcanzar la eficiencia energética y permitirá a la USGBC entender el comportamiento del edificio y validar los datos que se presenten en los créditos al momento de la evaluación.

- **Prerrequisito EAP2: Desempeño mínimo de la eficiencia energética (*Minimum Energy Efficiency Performance*).**

El objetivo es conocer al detalle el comportamiento energético del edificio para luego ser comparado con otros edificios típicos y de igual tamaño en el mundo, además busca encontrar el punto óptimo de operación de tal manera que se puedan reducir los impactos ambientales y económicos asociados con el uso excesivo de energía.

Una de las maneras que facilita la documentación de este prerrequisito es la plataforma Energy Star. En este portal se anexa el consumo de al menos un año de energía y gas del edificio y se agregan características relacionadas con el área, número de personas que lo habitan, equipos que posee, ubicación, horas de servicio, entre otros. Energy Star se encarga de evaluar el desempeño energético del edificio y de compararlo con una base en edificios del mundo, finalmente entrega una calificación Energy Star que es compatible y aceptada por la certificación LEED®.

- **Prerrequisito EAP3: Gestión básica de los gases refrigerantes (*Fundamental Refrigerant Management*).**

El objetivo es reducir el deterioro de la capa de ozono, mediante la evaluación y cambio, si es el caso, de todos los gases refrigerantes existentes en el edificio que no cumplan con el protocolo de Montreal, provenientes de los condensadores y Chillers y del sistema de aire acondicionado..

- **Crédito EAc1: Desempeño de la optimización de la Eficiencia Energética (*Optimize Energy Efficiency Performance*).**

Este crédito está relacionado con el prerrequisito EAp2 y su puntaje depende de la calificación otorgada por el portal Energy Star. Este es el crédito que más puntaje entrega en toda la certificación (hasta dieciocho puntos) y está enfocado a premiar el buen desempeño energético de la edificación, comparándolo con una base de datos de edificios del mundo.

- **Crédito EAc2: Auditoría de Edificios Existentes (*Existing Building Commissioning*).**

El objetivo de este crédito es buscar mejoras en la operación de los equipos y procesos del edificio, a través de una auditoria o *commissioning* realizado por un ente certificado y externo, donde pueda identificar mejoras en la edificación mediante cambios en la operación o proyectos a desarrollar que repercutan en el consumo y eficiencia energética del edificio y por lo tanto en la disminución del consumo de energía.

Este crédito se divide en tres etapas y cada una de ellas entrega dos puntos LEED®, la primera etapa consiste en realizar el *commissioning* donde se evidencien posibles mejoras a implementar para el mejoramiento del consumo energético, la segunda parte es la materialización o implementación de esos proyectos presentados y la tercera y última parte es a través del seguimiento, demostrar que los proyectos implementados dieron los ahorros y eficiencias esperadas o realizar los ajustes para que se logren.

- **Crédito EAc3.1: Desempeño de medición – Automatización del Edificio (*Performance Measurement—Building Automation System*).**

Su objetivo es proporcionar información que permita apoyar la gestión energética, mantenimiento y optimización de los equipos, de tal manera que el rendimiento energético sea el esperado y permita la identificación de oportunidades de inversiones adicionales de ahorro de energía. Consiste en documentar y explicar la manera como se mantiene y supervisa las señales del sistema de automatización del edificio, garantizando así la lectura de valores reales y útiles para el análisis y gestión de los equipos.

- **Crédito EAc 3.2: Desempeño de medición – Capacidad de medición de los sistemas (*Performance Measurement—System-Level Metering*).**

El objetivo de este crédito es lograr conocer la manera como se consume la energía en el edificio, es decir dividir el consumo por subsistema e identificar el aporte de cada uno al consumo del edificio, de tal manera que sean fácilmente identificables los cambios que se deban a fallas, errores de programación o mejoras realizadas.

Este crédito entrega dos puntos LEED® y depende de la capacidad que tenga el sistema y el edificio en dividir el consumo, lo que hace necesario la instalación de submedidores de energía para algunos sistemas. Para obtener al menos un punto es necesario saber cómo se consume la energía del edificio en un 40%, por ejemplo, si se conoce y se mide el consumo del aire acondicionado e iluminación muy seguramente se obtiene el primer punto. Para obtener el segundo punto LEED® es necesario conocer el detalle del consumo en un 80%, lo que implica muchos más sistemas de medición, pero a su vez facilita el seguimiento y control de cada uno de los sistemas que se están midiendo.

- **Crédito EAc 4: Energías renovables en sitio y fuera de sitio (*On-site and Off-site Renewable Energy*).**

El objetivo de este crédito es reconocer los esfuerzos en usar energías alternativas y renovables en el edificio. Se puede documentar de dos maneras: energía producida en el sitio, mediante paneles solares, molinos de vientos, entre otros o certificando que la energía comprada y consumida por el edificio proviene

de energía renovable. Dependiendo de la cantidad de energía consumida que provenga de fuentes renovables se asignan los créditos, por ejemplo para obtener los seis puntos que entrega este crédito, se debe demostrar que se genera al menos el 12% del total de la energía consumida en sitio de manera renovable o que la energía consumida y comprada es 100% renovable.

- **Crédito EAc 5: Mejorar la gestión del uso de gases refrigerantes (*Enhanced Refrigerant Management*).**

El objetivo de este crédito está relacionado con el prerrequisito EAp3. La intención es el no uso de gases refrigerantes al interior del edificio que no cumplan con el protocolo de Montreal, y así prevenir el calentamiento global proveniente de estos gases de efecto invernadero.

- **Crédito EAc6: Reporte de la reducción de emisiones (*Emissions Reduction Reporting*).**

El objetivo es documentar y mostrar las reducciones de emisiones de gases debido a las buenas prácticas desarrolladas al interior del edificio con base en la gestión energética antes descrita. El portal de Energy Star mide la cantidad de gas de CO₂ producido por la operación del edificio y facilita el cumplimiento del crédito.

5.3 Directiva del parlamento europeo

La Unión Europea sabe que alrededor del 40% de la energía es utilizada por los edificios, además, son conscientes que el sector aún se encuentra en fase de expansión y crecimiento, por lo tanto el aumento del consumo de energía es evidente y la utilización de fuentes renovables y la búsqueda de la eficiencia energética para las edificaciones, constituyen una parte importante como medida para reducir la dependencia energética de la Unión Europea y las emisiones de gases de efecto invernadero. (El Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, 2010).

El 16 de diciembre de 2002, la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, establece un marco común destinado a fomentar la mejora del rendimiento energético de nuevas construcciones (GEES Grupo de Estudios de Energía para la Sostenibilidad Càtedra Unesco de Sostenibilitat UPC, 2011, p. 9). Posterior a esta, surge la decisión 406/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009, donde relaciona el esfuerzo de los Estados miembros para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero a fin de cumplir los compromisos adquiridos por la Comunidad hasta 2020, estableciendo un artículo explícitamente denominado artículo 4 relacionado con la “Eficiencia Energética”. (El Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, 2009, p. 136, 148).

El 19 de mayo del 2010, el Parlamento Europeo complementa el artículo 4 y publica la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios. (El Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, 2009).

Todas estas Directivas surgen debido a la necesidad de cumplir con las obligaciones pactadas en el Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), así como con su compromiso a largo plazo de mantener el aumento de la temperatura global por debajo de 2°C, también de aprovechar el gran potencial de ahorro de energía que existe en los edificios debido a sus ineficiencias y reducir las grandes diferencias que existen entre estados miembros en este sector (El Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, 2010).

La Directiva 2010/31/UE establece acciones y exigencias para su cumplimiento, dando algunas claves, herramientas y definiciones para tener en cuenta a la hora de cumplir con la norma. A continuación se mencionan algunas de ellas.

Para mejorar la eficiencia energética de los edificios se deben tener en cuenta las condiciones climáticas y las particularidades locales junto con su entorno interior, así como la rentabilidad y retorno de inversión, relacionado a las posibles mejoras o proyectos a implementar (El Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, 2010).

Se deben realizar inspecciones periódicas y mantenimiento a las instalaciones de calefacción y aire acondicionado por personal cualificado, de tal manera que puedan ser

ajustadas a las especificaciones de los equipos y así garantizar su óptimo rendimiento desde el punto de vista medioambiental, de seguridad y energético (El Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, 2010).

Estados miembros tomarán las medidas necesarias para establecer un sistema de certificación de la eficiencia energética en los edificios. Este deberá incluir valores de referencia que permitan a los propietarios o arrendatarios compararlos y evaluarlos con otros edificios. El certificado de eficiencia energética deberá incluir recomendaciones para la mejora de los niveles óptimos o rentables de eficiencia energética de un edificio, a menos que no exista ningún potencial razonable para una mejora de esa índole en comparación con los requisitos de eficiencia energética vigentes (El Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, 2010).

La eficiencia energética de los edificios debe calcularse con una metodología que puede ser diferente a escala nacional y regional. En ella se incluyen no solo las características térmicas, sino también otros factores que desempeñan un papel cada vez más importante, tales como las instalaciones de calefacción y aire acondicionado, la utilización de energía procedente de fuentes renovables, los elementos pasivos de calefacción y refrigeración, el sombreado, la calidad del aire interior, la adecuada iluminación natural y el diseño del edificio. La metodología de cálculo de la eficiencia energética debe cubrir los resultados de eficiencia de un edificio a lo largo de año. Dicha metodología debe tener en cuenta las normas europeas actuales (El Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, 2010).

La Directiva 2010/31/UE en el anexo 1, entrega un marco general común del cálculo de la eficiencia energética en los edificios y resalta los puntos más importantes que debe contener la metodología a utilizar. A continuación se enuncian algunos de estos.

- Estimar u obtener la cantidad de energía necesaria o consumida para la operación del edificio durante un año.
- Expresar la eficiencia energética de un edificio de una forma clara, mediante un indicador de eficiencia energética.

- Conocer los aspectos constructivos y de operación de la edificación al momento de evaluar y definir la metodología, tales como: características térmicas (el aislamiento, los sistemas de refrigeración, la capacidad térmica); los tipos de equipos electromecánicos existentes y la manera como estos operan (aire acondicionado, calefacción, iluminación, tipo de ventilación, entre otros); la exposición y sombra del edificio respecto al sol (orientación del edificio); y las condiciones climáticas exteriores.
- Tener presente la incidencia positiva de aspectos relacionados con sistemas de generación de energía en el sitio tales como son paneles solares, aerogeneradores y cogeneración, además de sistemas eficientes de calefacción y refrigeración centralizados y del uso de la iluminación natural.
- Clasificar los edificios de acuerdo con su uso y ocupación de tal manera que pueda ser posible su análisis y comparación.

5.4 Energy Star

Energy Star es un programa de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) creado en 1992 para promover los productos eléctricos de consumo eficiente. En 2005, el Congreso de los Estados Unidos actualizó la política energética donde estableció un programa voluntario para identificar y promover productos y edificios energéticamente eficientes con el fin de reducir el consumo de energía, mejorar la seguridad energética y reducir la contaminación a través de un etiquetado voluntario de productos y edificios que cumplen con los más altos estándares de eficiencia energética. (Energy Star, 2014).

La mejora continua de la eficiencia energética requiere el establecimiento de prácticas y procesos de gestión de energía eficaces para guiar el programa de energía. Cualquier organización, independientemente de su tamaño, función o misión puede desarrollar un programa eficaz siempre y cuando exista un verdadero compromiso (Energy Star, 2014).

La guía de la gestión de la energía propuesta por Energy Star tiene siete pasos principales. A continuación se describen brevemente cada uno de ellos, información más detallada se encuentra en *Energy Star Guidelines for Energy Management* (2014)

- **Compromiso con la mejora Continua.**

Las organizaciones se deben comprometer en asignar los recursos humanos y económicos necesarios para lograr la mejora continua. Se debe formar un equipo dedicado al seguimiento de la política energética.

- **Conformación del equipo**

- **Nombrar un director de energía:** Debe asumir la responsabilidad de establecer los objetivos, el seguimiento del progreso y promover el programa de gestión de la energía.
- **Establecer el equipo de trabajo:** Son los que ejecutan las actividades de gestión de la energía en la organización y aseguran la integración de las mejores prácticas. Considerar siempre la inclusión de un representante de cada área operativa que afecta de manera significativa el consumo de energía.

- **Declarar la política energética**

Una política energética proporciona la base para la gestión energética. Se debe formalizar el apoyo de la alta dirección y expresar el compromiso de llevarla a cabo por los empleados y accionistas.

- **Evaluación del desempeño energético**

La evaluación del desempeño energético, es un proceso periódico que analiza el consumo de energía en las instalaciones, además establece una línea base para medir los resultados de las acciones emprendidas. Esta medición ayuda a:

- Categorizar el consumo de energía de acuerdo con su uso.
- Identificar las instalaciones o equipos de alto desempeño que permitan su replicación.

- Priorizar y encontrar los aspectos a mejorar o ineficiencias.
- Entender y reconocer los gastos de energía frente a los costos de operación.
- Establecer puntos de referencia para medir y recompensar el buen desempeño.

- **Establecer Objetivos**

La definición de los objetivos es la guía para la toma de decisiones; representan las bases para medir y evaluar los progresos. Se debe resaltar la continua comunicación y divulgación del estado de los objetivos durante el proceso, pues motiva a los integrantes de la organización y compromete a los mismos a realizar esfuerzos para su cumplimiento.

Los objetivos pueden ser de largo, mediano o corto plazo, deben estar claramente definidos, medibles, con fechas establecidas de cumplimiento y conocidos por toda la organización. Estos deberán ser revisados constantemente durante el programa de gestión para actualizarlos, redefinirlos y medir su alcance y eficacia.

- **Crear un plan de acción**

Con los objetivos ya establecidos, es necesario tener el plan de trabajo para cada uno de ellos, donde se definan roles, actividades, se identifiquen las brechas y dificultades, se evalúen los resultados, se actualicen los objetivos y se publiquen los resultados que se han obtenido, de tal manera, que se motive a la organización a continuar con el cumplimiento del mismo.

A diferencia de la política energética, el plan de acción se debe actualizar con regularidad; lo más aconsejable es que se haga anualmente, de tal manera que se puedan reflejar los logros recientes, los cambios en el rendimiento, y los cambios de prioridades.

- **Implementar el plan de Acción**

Los planes de acción no siempre se cumplen, por lo tanto, obtener el soporte, cooperación y los recursos claves en los diferentes niveles de la organización es un factor importante para el éxito de la implementación. Alcanzar los objetivos

frecuentemente depende del conocimiento, compromiso y capacidades de las personas que las implementan.

Para la implementación del plan de acción es importante tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Crear un plan de comunicación que permita a la organización conocer el estado del programa u objetivo cada cierto tiempo.
 - Incrementar conocimiento mediante el apoyo en todos los niveles de la organización a las iniciativas y objetivos de la gestión energética.
 - Construir capacidad, implementarla y aumentarla en el personal, proveyendo entrenamiento, acceso a la información, compartiendo las buenas prácticas, procedimientos y tecnologías, y compartiendo las lecciones aprendidas.
 - Motivar, crear incentivos que sean un reto constante para el personal, con el fin de obtener los objetivos en la mejora del desempeño de la gestión energética.
 - Seguimiento y monitoreo: usar un sistema de seguimiento desarrollado como parte del plan de acción y monitorear los progresos de manera regular.
- **Evaluar el progreso**

Para la evaluación del progreso de los planes y gestión de la energía, se recomienda incluir la revisión tanto de los datos históricos del consumo de energía como las actividades generadas por los planes de acción, estos valores deben ser comparados con los rendimientos planteados en los objetivos de tal manera que puedan indicar el cumplimiento o no de los mismos. Es importante documentar las acciones emprendidas y sus resultados, de tal manera que sirvan de ejemplo al momento de plantearse una nueva estrategia u objetivo y que las lecciones aprendidas queden documentadas y se pueda hacer uso de ellas.

La revisión y evaluación de los objetivos y planes de acción permite generar nuevas propuestas, redefinir la estrategia y corregir mediante acciones los que no

se están cumpliendo o inclusive abandonar aquellos que no se logren cumplir o que estén fuera de la nueva estrategia definida, además permite la identificación de nuevas prácticas o adquisición de nuevas tecnologías existentes en el mercado y que estén al alcance de la organización.

- **Reconocer los logros alcanzados**

Una vez se cumplan objetivos o sobresalgan algunos de ellos, se debe reconocer el esfuerzo de los integrantes del plan, compartir la buenas prácticas con las demás personas del equipo y comunicar el cumplimiento de la meta junto con sus beneficios a toda la organización. Esta práctica motiva al grupo de trabajo que consiguió el objetivo y motiva a los demás a continuar con esfuerzos para el cumplimiento de las metas planteadas.

El reconocimiento puede venir de organismos externos, por la alta dirección, por el equipo de trabajo o por el empleado regular.

5.5 ISO 50001

La norma ISO desarrolla un estándar internacional para la gestión y manejo eficiente de la energía. La implementación de esta Norma Internacional busca la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, la disminución de los costos de operación por el uso de la energía y mitigar impactos ambientales, a través de una gestión sistemática de la energía. Esta norma es aplicable a todo tipo de organizaciones sin importar su tamaño, composición (pública o privada), su condición geográfica, cultural y social.

En junio del 2011 fue emitida la norma internacional ISO 50001, la cual especifica los requisitos de un sistema de gestión de la energía (SGEn) a partir de la cual la organización puede desarrollar e implementar una política energética, establecer objetivos, metas, y planes de acción que tengan en cuenta los requisitos legales y la información relacionada con el uso significativo de la energía y los recursos. El éxito de la implementación de la misma depende de todos los niveles de la organización especialmente de la alta dirección.

Esta norma contiene lo último en prácticas internacionales de gestión de la energía, se basa en normas nacionales y regionales existentes, así como en iniciativas. Su idea es ayudar a implementar procesos necesarios para entender el uso de la energía, poner en marcha planes, objetivos e indicadores de eficiencia energética. Todo ello para reducir el consumo e identificar y priorizar las oportunidades para mejorar el uso y el rendimiento de la energía. La norma ha estado en desarrollo durante varios años y representa a más de sesenta países de todo el mundo que se unen para establecer un marco común (Piñero, 2011).

Algunos de los objetivos principales de la norma ISO 50001 se enuncian a continuación: (ISO 50001, 2011).

- Asistir a las organizaciones en mejorar el consumo de energía actual mediante la creación e implementación de una política relacionada con el uso y gestión de la energía, que contenga objetivos claros y cumplibles, actividades definidas, un plan de medición y de mejoramiento.
- Facilitar de una manera ágil y transparente la comunicación de los planes de gestión de la energía.
- Promover las mejores prácticas para la gestión de energía y reforzar el buen desempeño de las mismas.
- Asistir en la evaluación, implementación y priorización de nuevas tecnologías relacionadas con la eficiencia energética.
- Proporcionar un modelo de trabajo para promover el uso racional de la energía a toda la organización, desde la alta dirección hasta el empleado de menor rango.
- Permitir la integración con otros sistemas de gestión organizacional tales como el relacionado con el medio ambiente, salud ocupacional, entre otros.

Para llevar a cabo la implementación de la gestión de energía la norma ISO 50001, se

apoya en la metodología de trabajo del círculo Deming o PDCA, *Plan - Do - Check - Act* (Planificar – Hacer – Verificar - Actuar). A continuación se enuncia y se muestra brevemente en la figura 2, el significado de cada uno de estos pasos (Piñero, 2011).

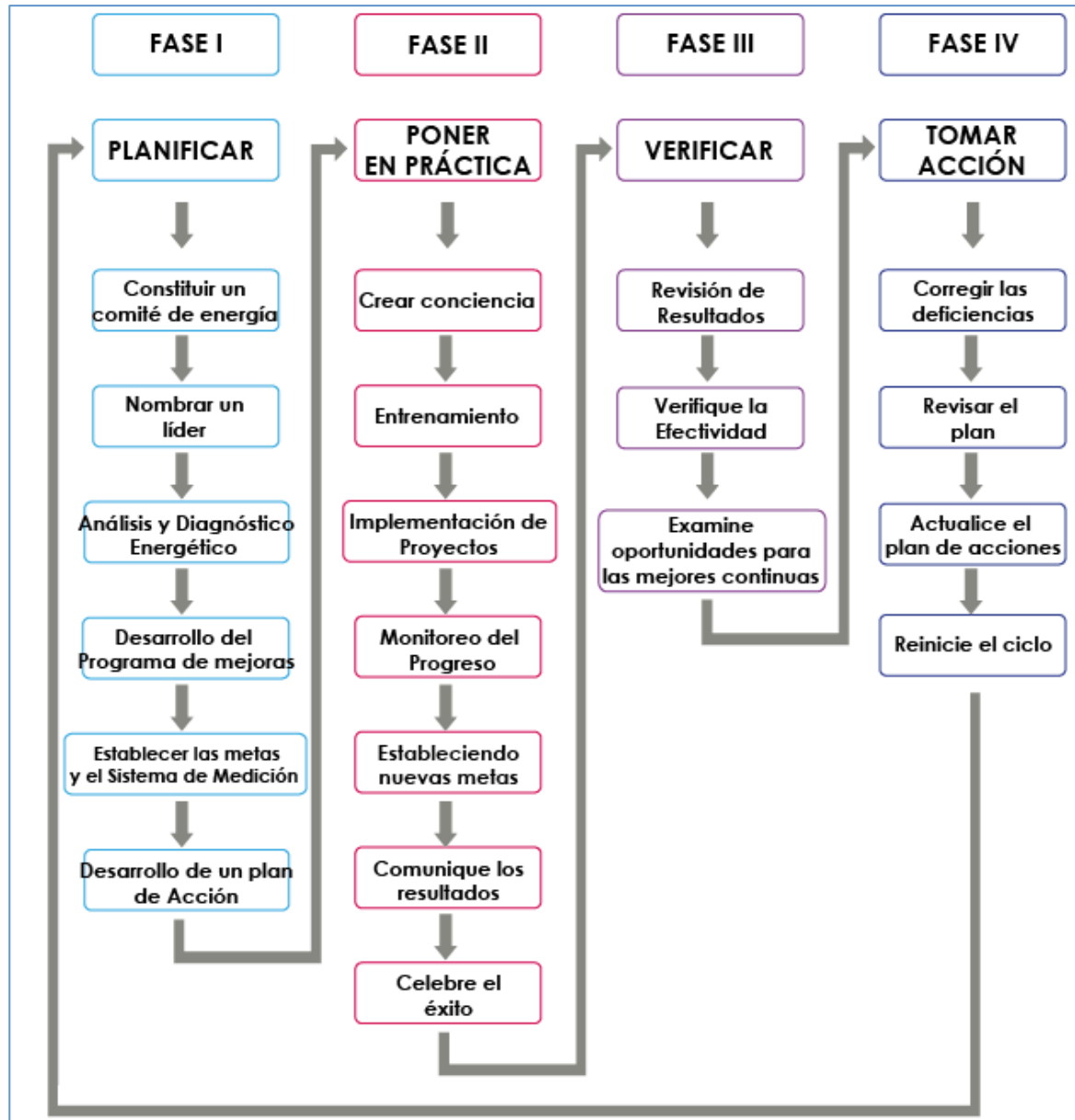


Figura 2. Sistema de Gestión de la Energía (ISO 50001. 2011)

- **Planear:** Establecer un plan energético en la organización de acuerdo con un plan que establezca acciones concretas y objetivos para mejorar la gestión de la energía y la política energética de la organización.

- **Hacer:** Implementar las acciones previstas en la planeación establecida por la dirección.
- **Verificar:** Monitorear los resultados estableciendo indicadores adecuados que determinen el grado de cumplimiento de los objetivos y de la planeación establecida, de forma que podamos valorar y divulgar correctamente los resultados.
- **Actuar:** Revisión de los resultados para tomar las acciones de corrección y mejoras que se estimen oportunas.

5.6 Auditorías para gestión energética en edificios

Una auditoria energética es un proceso que estudia las características de un edificio, su ubicación, su configuración, su uso, los sistemas constructivos y materiales empleados, las instalaciones y equipos electromecánicos junto con su operación, es decir, consiste en una explicación detallada de cómo el edificio consume energía y generar propuestas relacionadas con cambios en la operación de los equipos o mejoras de los mismos, que finalmente repercuten en ahorros de energía y por ende en ahorros en los costos de operación (Doty & Turner, 2006, pp. 23 - 39).

Sin embargo hay autores como Escrivá et al., (2012) que cuestionan el enfoque tradicional de las auditorías, las cuales, por lo general, toman lugar en un determinado espacio de tiempo dejando a un lado el seguimiento a las propuestas aplicadas y la mejora continua. Por lo tanto, se hace necesario una continua valoración mediante el uso de diferentes tipos de indicadores que permita la reevaluación, reinterpretación y búsqueda de nuevas eficiencias en el edificio. Los ingenieros, a menudo realizan auditorías de energía de edificios en operación con el fin de mejorar el consumo energético de las instalaciones. Escrivá et al., (2012) propone una metodología cíclica

para la realización de estas evaluaciones, con sus respectivos indicadores. Esta ha sido probada en 55 edificios de la Universidad Politécnica de Valencia durante un año.

Los puntos a resaltar y tener en cuenta durante la gestión energética, según Escrivá (2011), son: La recopilación de información que incluye descripción de los equipos, horarios de operación, visita a los sitios y análisis del edificio, la adquisición de datos de consumo energético del edificio por horas, días, semanas y meses en diferentes puntos o sistemas eléctricos, el uso de indicadores de control o gestión que permita identificar rápidamente malos resultados o funcionamiento de la gestión energética y la continua generación de propuestas que se deban realizar para mejorar o eliminar las ineficiencias.

En la figura 3, Escrivá et al, (2012) compara la auditoria energética tradicional con la que él propone, donde queda clara la intención de la evaluación periódica y de un método cíclico que permita la reevaluación y mejora continua.

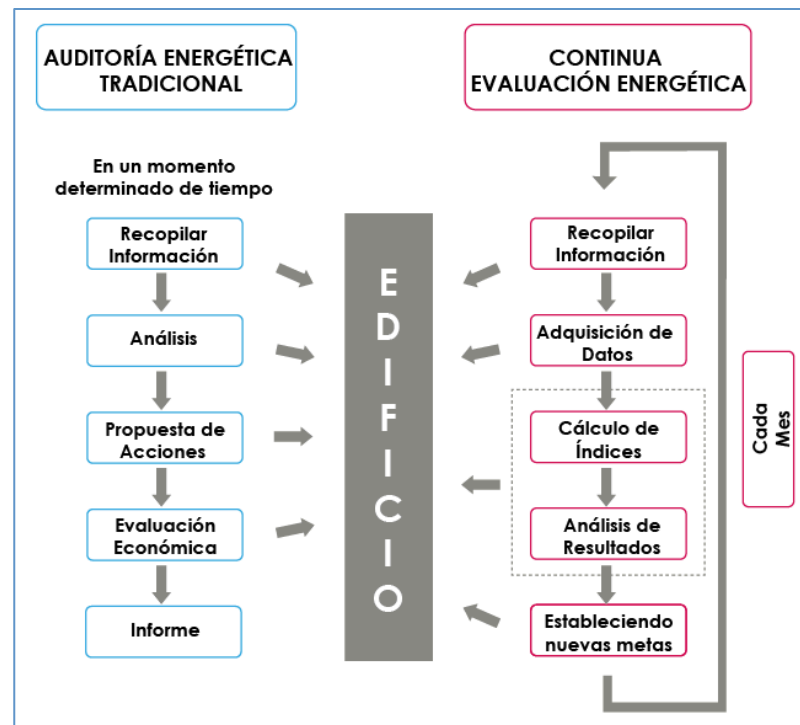


Figura 3. Diagrama de Auditoría Tradicional Vs Continua Evaluación Energética. (Escrivá et al., 2012)

Existen, a su vez, otros estudios que reafirman la importancia de la gestión energética en edificios comerciales desarrollando y aplicando métodos que conlleven a mejorar la eficiencia energética de un edificio, sin embargo, Escrivá, (2011) cuestiona, en algunos casos, el conocimiento y capacidades del personal técnico y de ingeniería del edificio, que en ocasiones limita la implementación o surgimiento de ideas enfocadas a la reducción energética debido a que la mayor parte del tiempo se enfocan en las labores del día, y dedican poco tiempo en repensar los procesos o buscar mejorar prácticas en sus actividades.

6 Metodología.

La Metodología para la gestión energética de edificios comerciales que se propone en este trabajo final, nace de una revisión bibliográfica de las normas, estándares y certificaciones más importantes y representativas del mundo, sumando la experiencia del autor al ser integrante del equipo que lideró y certificó el Edificio de Dirección General de Bancolombia LEED ante el USGBC, además se complementa con cuatro años de experiencia como líder de mantenimiento de este edificio, en el cual tuvo la oportunidad de liderar, desde el inicio de operación del mismo, todo el proceso de ajuste, normalización y mejoramiento continuo, especialmente en temas energéticos, donde se evidenciaron ahorros significativos en el consumo de energía que fueron validados con la obtención de dieciséis puntos sobre dieciocho posibles en el punto EAc1, Desempeño de la optimización de la Eficiencia Energética, de la certificación LEED, también se le suma la experiencia y conocimientos obtenidos en la pasantía internacional realizada en las ciudades de Madrid y San Francisco durante cinco meses, donde trabajó en temas relacionados con tecnologías limpias y emprendimiento, apoyó el programa de CleantechOpen Spain 2012 y visitó diferentes empresas en Silicon Valley que trabajan temas de sostenibilidad.

Esta metodología tendrá diferentes puntos a seguir y en cada uno se describirá su propósito y alcance.

6.1 Política de eficiencia energética

La creación e implantación de una política energética se encuentra documentada tanto en el Energy Star como en la norma ISO 50001, hace parte del sistema de mejora continua presente en estas metodologías. La responsabilidad para su creación, gestión y seguimiento depende de los líderes del sistema de gestión energética (ISO 50001, 2011) & (Energy Star, 2014).

Para este punto, los propietarios del edificio y los directivos de la organización u empresa que lo habiten, serán quienes propongan y construyan la política de energía que busque generar consciencia y compromiso hacia la eficiencia energética, sin afectar estándares de confort a sus habitantes y garantizando una mejora continua en el proceso de gestión de la energía. Deberá ser difundida por los que administran e implementada y adoptada por quienes mantienen y habitan el edificio.

La política puede incluir aspectos tales como: la destinación de recursos humanos y financieros en la búsqueda de eficiencias energéticas, el compromiso hacia la adquisición de equipos más, o igual, de eficientes que los que se tienen instalados, el uso racional de la energía por parte de quienes residen y mantienen el edificio, la creación de plataformas abiertas de ideas y sugerencias de ahorros energéticos por parte de los residentes del edificio y por último, el establecimiento de metas de reducción de consumo anuales que sean cumplibles. Además, la política deberá ser revisada cada año dependiendo de los cambios tecnológicos que surjan, los proyectos implementados o las nuevas necesidades.

Un ejemplo de política energética a nivel corporativo, es la de la multinacional ABB, con sede en Zürich, Suiza y cuyos mayores negocios son los de tecnologías en generación de energía eléctrica y automatización industrial, el documento interno de la política energética (Politica Energética ABB, 2012) para la planta de Valentin Alsina de ABB en Argentina expresa lo siguiente:

“ABB Planta Valentín Alsina reafirma el compromiso de la empresa con la eficiencia energética y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. La Dirección de ABB reconoce a la eficiencia energética entre las más altas prioridades de gestión y entiende que el uso racional y el consumo moderado de energía son factores clave para el desarrollo sostenible de la empresa y de la comunidad.

Principios:

- Cumplir con toda la legislación y reglamentaciones relativas a la eficiencia energética.
- Asumir el compromiso de mejora continua en el desempeño energético.
- Capacitar a todo el personal para que realice sus actividades con un consumo responsable de los recursos energéticos.
- Evaluar en forma regular la información de desempeño energético.
- Asegurar la disponibilidad de información y recursos necesarios para alcanzar los objetivos y las metas energéticas.

ABB asume el compromiso de ser referente para los grupos de interés y colaborador de sus clientes en eficiencia energética y gestión de la energía”.
(Política Energética ABB, 2012).

6.2 Equipo humano para la gestión energética

Al igual que en la política energética, la conformación de un equipo de trabajo garantiza la gestión y mejora continua. La norma ISO 50001, Energy Star y la certificación LEED hablan de esta necesidad y manifiestan la importancia de su conformación. Doty & Turner (2006, pp. 11-12), mencionan características importantes para tener en cuenta a la hora de la conformación de un equipo de trabajo.

Este equipo de trabajo tendrá a cargo la administración y gestión de la energía en el edificio, deberá estar liderada por un grupo de personas que se encarguen del continuo análisis del consumo energético, de la implementación de nuevas tecnologías, proyectos e ideas, de la medición y evaluación de los indicadores, de la búsqueda y renovación de los objetivos y estrategias planteadas y de la divulgación de los consejos de uso racional de la energía, de los logros alcanzados y por supuesto de la política que comprometa a todos sus residentes incluyendo al equipo de mantenimiento del edificio. Para algunas de estas personas, la gestión energética se convertirá en una de sus principales tareas y deberá conocer y tener habilidades relacionadas con el análisis de energía, equipos y tecnologías nuevas. Para los demás miembros del equipo, esta gestión se convertirá en una mas de sus tareas (Doty & Turner, 2006, pp 3-4).

Este equipo de trabajo deberá estar conformado por un representante de la administración del edificio, un representante del dueño de la edificación con autoridad a la hora de tomar decisiones financieras, un representante de la(s) empresa(s) que habitan el edificio (si es el caso), un ingeniero encargado del mantenimiento del edificio y en algunas ocasiones invitar una representación de los residentes u usuarios del edificio, además de expertos que puedan proponer ideas, evaluar las planteadas e indicar buenas practicas vistas o aplicadas en otros edificios.

Es de resaltar que para que éste equipo sea exitoso, se debe tener en consideración lo que menciona Escrivá, (2011), respecto al conocimiento y capacidades del personal técnico y de ingeniería del edificio, que en ocasiones limita la implementación o surgimiento de ideas enfocadas hacia la reducción de energía. Es por esto que se hace necesario que el equipo de trabajo tenga un plan de formación continua que permita mejorar la actuación y toma de decisiones. El entrenamiento consta de lecturas, cursos, seminarios, talleres, además de referenciaciones de buenas prácticas y tecnologías adoptadas en otros edificios de talla mundial (Doty & Turner, 2006 pp. 15-16).

6.3 Levantamiento o realización de un informe técnico y de operación del edificio (Auditoria)

Uno de los prerequisites de la certificación LEED en su capítulo de energía es la descripción, mediante un documento técnico, de la operación completa del edificio, de la misma manera, La Directiva 2010/31/UE en el anexo 1, menciona aspectos importantes a revisar y documentar antes de iniciar un plan de gestión energética, la certificación BREEAM propone conocer de antemano el consumo de energía que debería tener el edificio mediante simuladores de energía que partan de la base del conocimiento técnico y de operación de los equipos que este contiene y la metodología de Energy Star lo menciona en su apartado “Evaluación del Desempeño Energético”. Por lo tanto, partiendo de estas premisas y sumándole la importancia de implementar auditorías energéticas que permitan la evaluación y entendimiento del funcionamiento del edificio se propone la construcción del documento técnico como parte vital de la metodología.

Una de las primeras tareas que debe realizar el equipo de trabajo antes de plantear planes, estrategias u objetivos, es la construcción, recopilación de información, estudio y actualización de un informe técnico del edificio. La intención de este documento es poder garantizar que todo el grupo conozca el detalle del funcionamiento del edificio y los equipos que posee, saber que acciones se han llevado a cabo anteriormente y cuales han sido sus resultados, además de sentar una línea base de revisión y comparación que permita validar los logros obtenidos durante la gestión energética que se realizará. Este informe técnico y de operación, debe ser revisado y actualizado anualmente.

Este documento debe incluir el detalle de los sistemas electromecánicos y de gestión que el edificio posee, por ejemplo: Chiller, unidades manejadoras de aire, ascensores, torres de enfriamientos, UPS, sistemas hidráulicos, control de accesos, iluminación, etc., junto con su operación y las herramientas de gestión o automatización, es decir, se deben reportar y describir los equipos que consuman una cantidad considerable de energía y la manera cómo se operan, mantienen y gestionan, explicando su funcionamiento, horario de operación, rutinas de mantenimiento, formas de identificación de fallas y la eficiencia energética definida por el fabricante, además, si se identifican oportunidades de mejoras

o cambios por equipos más eficientes, se deja planteado en el documento, aunque no esté previsto cambiarlos en el corto plazo. Para poder generar la base de comparación que permita medir los logros alcanzados y el cumplimiento de las metas, es indispensable tener en este informe técnico los históricos de consumo de la edificación de por lo menos los últimos doce meses.

También, se deberán incluir aspectos de la parte constructiva o materiales que están a favor de la eficiencia energética, como por ejemplo: ventanas con películas aislantes de calor, material aislante de calor en las paredes y techos, el uso de la luz natural para iluminar corredores o puestos de trabajo, sistemas propios de generación de energía alternativa, entre otros. A su vez, como parte de este documento, se deberán contabilizar y enumerar las características técnicas de consumo de los equipos de oficina, (CPUs, Impresoras, Portátiles, etc), centro de cómputo o cuartos de telecomunicaciones y equipos de limpieza (aspiradoras, hidrolavadoras, barredoras, etc). El documento técnico, debe contener un capítulo llamado **auditoria energética de la edificación**, ejecutado por personas expertas y externas a la administración del edificio, de tal manera que se puedan evidenciar oportunidades de mejora con la implementación de proyectos, reposición de equipos y cambios en el horario de operación diaria de los sistemas, que no habían sido identificadas por parte de los administradores. Estas oportunidades de mejora se respaldan con los ahorros esperados en kWh y si existe algún tipo de inversión, mostrar el retorno de la misma. Parte del alcance de esta auditoría es hacer la revisión de la información, datos y documentación plasmada en el documento técnico, además de su validación con la realidad, evaluando la manera como los administradores ejecutan las tareas de gestión energética, también lo es proponer ideas en cuanto a ahorros por cambios de equipos o estilo de operación junto con su análisis técnico financiero.

En conclusión, la actualización, estudio y revisión de este documento de manera periódica, proporciona al equipo de trabajo las herramientas para entender las reales posibilidades del edificio en cuanto al uso y gestión de la energía, la manera como se está gestionando este recurso al interior, el cumplimiento de las metas u objetivos trazados, además de permitir la identificación de oportunidades de mejora que podrán ser

implementadas a lo largo del proceso y revisadas y analizadas en las reuniones del equipo de trabajo.

Se recomienda revisar el *Energy Management Handbook* (Doty & Turner, 2006, pp. 23-39), en el capítulo 3, además de la auditoria energética realizada al edificio de la facultad de Artes y Ciencias de Harvard (Harvard, 2011). Este documento muestra los aspectos recién descritos y la manera como se documentan, además, en los anexos A y B, se describen los pasos a seguir para una auditoria energética, esta guía es la recomendada a implementar por este trabajo final.

6.4 Definición de los planes estratégicos

La definición de los planes estratégicos se convierte en el mapa o ruta de trabajo a seguir para la búsqueda de la eficiencia energética en la edificación y hace parte de la planeación de la gestión energética. Estos planes deben ser consistentes con la política energética planteada y deberán incluir aspectos que permitan su medición y evaluación. Alcanzar los planes estratégicos depende del conocimiento, compromiso y capacidades de las personas que las implementan.

Los planes estratégicos podrán dividirse según los diferentes enfoques enunciados en la política, por ejemplo, planes relacionados con la reducción de consumo de energía, planes que involucren proyectos a implementar, planes enfocados con la divulgación que permita concientizar a los residentes del edificio con el uso racional de la energía, entre otros. A su vez, estos deberán ser revisados, actualizados y replanteados anualmente, además de tener un cronograma de trabajo que permita validar el cumplimiento, los avances y las dificultades que se presenten.

6.5 Indicadores de gestión energética

La norma ISO 50001, en su apartado *verificar* del círculo Deming o PDCA, la metodología del Energy Star, en su capítulo de la *implementación del plan de acción* y en la *evaluación del progreso*, mencionan la importancia de contar con datos históricos que a su vez permitan construir indicadores de medición y evaluación del desempeño de la gestión energética que se está realizando. Es decir, la gestión energética, como muchos otros procesos, necesita de mecanismos de medición y control que permita validar y medir la eficacia en su gestión. La definición, análisis y seguimiento de los indicadores energéticos, ayudan a generar alertas tempranas frente a una inadecuada gestión energética y dar parte de tranquilidad cuando todo marcha adecuadamente.

Los indicadores energéticos a evaluar en esta metodología están relacionados con aspectos tecno-económicos, de consumo energético y del comportamiento de las personas y deberán hacer parte del informe de gestión mensual. A continuación se describirá el alcance y los indicadores propuestos en cada aspecto.

6.5.1 Indicadores de consumo energético

Este grupo de indicadores están relacionados directamente con el consumo de energía del edificio, sirven como línea de comparación con otros edificios y a su vez permiten comparar los históricos de consumo con los obtenidos en los últimos meses. Se rigen por variables como: área del edificio, número de personas que lo habitan, consumo energético mensual, por semana, por día y por sistema. A continuación se describen los indicadores pertenecientes a esta sección junto con su manera de calcularlos y medirlos:

- **Consumo energético kWh por cada día:** Para la medición de este indicador es necesario contar con medidores que permitan medir y registrar el consumo del edificio por días, por ejemplo medidores digitales que guarden o transmitan los datos al centro de gestión del edificio y por lo tanto faciliten la toma, análisis y recolección de los mismos.

Este indicador busca poder comparar valores de consumo de energía que ayuden a la gestión diaria del edificio, es decir, generalmente el comportamiento energético del edificio es similar durante el mismo día de la semana, por lo tanto, ante variaciones reflejadas en la tendencias de los históricos, permitirá evidenciar fallas en la gestión energética e identificar opciones de mejora.

- kWh/lunes, kWh/martes, kWh/miércoles, etc.
- **Consumo energético por días de semana al mes:** Debido a que durante los meses del año el número de días tanto laborales como festivos varia, se propone medir el consumo promedio de energía del mes como la sumatoria del promedio de los valores obtenidos de cada día de la semana, de tal manera que el resultado sea comparable con los meses anteriores.

$$\frac{\sum \text{kWh Lunes mes}}{\text{Nº Lunes laborales mes}} + \frac{\sum \text{kWh Martes mes}}{\text{Nº Martes laborales mes}} + \dots + \frac{\sum \text{kWh Días festivos mes}}{\text{Nº Días festivos mes}}$$

- **Consumo energético kWh por sistema:** Este indicador busca medir el aporte en consumo de energía de los sistemas más significativos del edificio respecto al consumo total. Para la medición de ese indicador es necesario tener sub-medidores para cada uno de los subsistemas a medir.
 - kWh Chiller mes / Consumo total edificio mes
 - kWh Ventilación mes / Consumo total edificio mes
 - kWh UPS mes / Consumo total edificio mes
 - kWh iluminación mes / Consumo total edificio mes
 - kWh Ascensores mes / Consumo total mes

Como ejemplo se presenta la diversificación del consumo de energía por sistemas del edificio de Dirección General de Bancolombia sede Medellín,

Al contar con más de cien medidores de energía conectados a la red del Banco y llevados al sistema de automatización o BAS (*Building Automatization System*) permite la recolección y medición del consumo por sistema tal y como se ve en la figura 4.

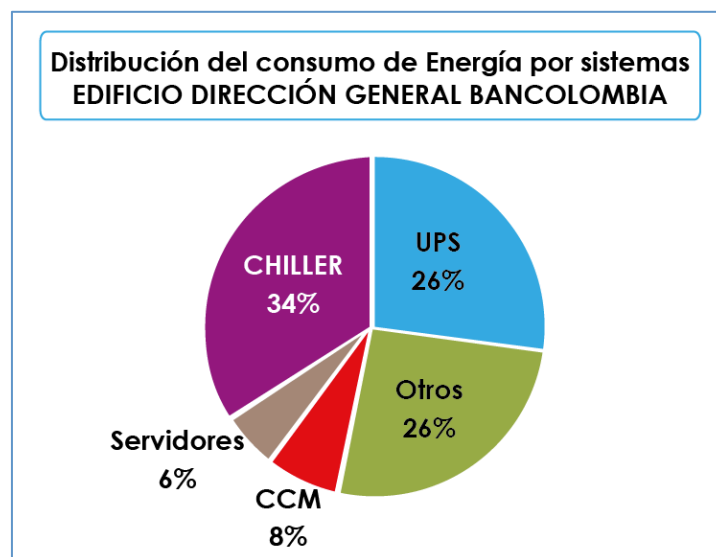


Figura 4. Distribución consumo de Energía Edificio Dirección General Bancolombia (Memorias del Desarrollo y Ejecución del Proyecto. Grupo Bancolombia 2011a)

- **Consumo energético kWh respecto a características tales como número de personas, área, etc:** Este indicador permitirá comparar la edificación con otros edificios de similares características.
 - kWh mes/Número de personas
 - kWh mes/Metros cuadrados
- **Indicador de Huella de Carbono:** Es una medida que permite medir la contribución de las edificaciones a ser socialmente responsables. Este indicador pretende cuantificar la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero, medidas en emisiones de CO₂ equivalente, que son liberadas a la atmósfera debido a la utilización de energía eléctrica, gas y

combustible en la operación del edificio. Dado que el cambio climático se está convirtiendo en un importante problema global, más y más personas e instituciones están empezando a prestar atención a la reducción de estas emisiones de gases de efecto invernadero. Para medir las emisiones de dióxido de carbono personal, de hogares, de instituciones, edificaciones, países, etc., se pueden encontrar una gran cantidad de calculadoras de huella de carbono disponibles en la web. La mayoría de estas calculadoras utilizan modelos cuantitativos para estimar las emisiones de carbono y el ingreso de datos e información es aún muy manual, lo cual hace que sean poco precisas. Es por ello que se llevan actualmente investigaciones y proyectos en diversas universidades con el fin de obtener datos precisos mediante mediciones exactas e información tanto cuantitativa como cualitativa (Rahman F, et al., 2011).

Para el cálculo de emisiones de CO₂ producida por el consumo de energía eléctrica, gas y combustibles fósiles para la operación del edificio, se tienen unos factores de conversión, que se muestran en la figura 5, los cuales permiten convertir esos kWh, M3 o Kg de combustible en KgCO₂. El siguiente link lleva a una tabla que permite calcular fácilmente estos factores www.camarazaragoza.com/wp-content/uploads/.../calculoemisiones.xls

○ **kgCO₂/m²/año**

FACTOR DE EMISIÓN DE CONSUMO ELÉCTRICO				
	Consumo Anual	Unidades de medida física	Factor de Emisión (Kg de CO ₂ eq/kWh)	Kg de CO ₂ eq
Electricidad	1	kWh	0.385	(Kg de CO ₂ eq/kWh) 0.385

FACTORES DE EMISIÓN COMBUSTIBLES						
Combustible	Consumo Anual	Unidades de medida física	Factor de Conversión	kWh	Factor de Emisión (Kg de CO ₂ eq/kWh)	Kg de CO ₂ eq
Gas Natural	1	Nm ³	10.7056 kWh/Nm ³	10.7056	0.2016 Kg de CO ₂ eq/kWh	2.15824896
Gasóleo	1	Litros	10.6 kWh/l	10.6	0.2628 Kg de CO ₂ eq/kWh	2.78568

Figura 5. Calculo Huella de Carbono – Factores de Emisión. Disponible en:

www.camarazaragoza.com/wp-content/uploads/.../calculoemisiones.xls

- **Indicador de uso de energía renovable:** Este indicador mide el aporte de energía renovable al consumo total del edificio. Por ejemplo en la certificación LEED se premia hasta con seis puntos el esfuerzo de los edificios en generar un porcentaje de su propia energía mediante métodos “limpios”. En el mundo, especialmente en países donde el coste de la energía eléctrica es elevado, se utilizan alternativas de generación tales como: paneles de energía solar, molinos de viento, calentadores de agua solares, entre otros. Sin embargo en Colombia debido al costo del kWh de la energía hidráulica es más económico que las alternativas renovables, hace que muy pocos edificios tengan en cuenta opciones de autogenerar parte de su energía.

- % de energía renovable generada en el sitio

Total de la energía consumida.

6.5.2 Indicador técnico – económico

Estos indicadores están relacionados directamente con el cumplimiento de los ahorros presentados en los proyectos y las rutinas de mantenimiento a los equipos consumidores de energía.

- **Inversión en mejora o nuevo equipamiento:** Este indicador busca medir la cantidad de dinero que se destina para la compra o adquisición de equipos eficientes en el edificio respecto al costo anual de la energía, es decir, lo que busca es saber cuánto dinero se invierte en equipos, tecnología, recursos humanos, investigación y desarrollo, entre otros, que conlleven a mejorar y gestionar adecuadamente la energía en una edificación y compararlo con el total de dinero que el edificio anualmente paga por el uso de la energía.

- Dinero invertido en I+D+i

Costo de la energía en el año

- **Seguimiento Mejoras:** Para poder realizar la medición de este indicador se debe tener históricos del consumo antes de la implementación para poder estimar los kWh ahorrados. Este indicador pretende medir la eficacia de la implementación de las ideas y mejoras planteadas.

- kWh estimado de ahorro

kWh ahorrado

Indicador de mantenimiento: El cumplimiento y desarrollo de las rutinas de mantenimiento ayudan a mantener los mejores rendimientos de los equipos, además de prevenir fallas e ineficiencias en su operación. Para el seguimiento de este indicador, es necesario que la administración del edificio, comparta al equipo de trabajo, el cronograma y plan de mantenimiento anual. Este indicador evalúa el cumplimiento de las rutinas y plan de mantenimiento mensual de equipos electromecánicos, el aire acondicionado, iluminación, subestaciones de energía, entre otros.

- Nº de mantenimientos realizados al mes

Nº de mantenimientos programados al mes

6.5.3 Indicadores de comunicación y divulgación

Son aquellos que miden las acciones de sensibilización del uso racional de la energía a los habitantes de las edificaciones, además de la percepción y bienestar al interior de éstas, mediante herramientas que evalúen la eficacia de las campañas de comunicación emitidas, tanto cualitativa como cuantitativamente, tales como: boletines, encuestas, entrevistas, correos electrónicos con consejos del día, presentaciones y eventos, informes ejecutivos, entre otros.

- Número de comunicaciones emitidas por mes

6.6 Planes de comunicación de buenas prácticas y resultados

La voluntad para conseguir los objetivos para una adecuada eficiencia energética ya sea en un edificio, en una organización, etc., debe establecerse desde la gerencia o administración, y darse a conocer a las personas que habitan la edificación o integran una organización, de tal manera que se pueda implementar una cultura de sostenibilidad y una mentalidad y consciencia ambiental. Por tanto se debe diseñar y lanzar una campaña de comunicación que ayude a divulgar los objetivos, procesos y resultados, los avances, llevados a cifras, y ejemplos fáciles de entender, mediante continuas publicaciones, eventos y acciones de mercadeo interno.

6.7 Plan de seguimiento y mejora continua de la gestión energética

Tanto Energy Star, la norma ISO 50001 y autores como Escrivá (2011) y Doty & Turner (2006), indican la importancia de revisar los planes estratégicos, además de evaluar y verificar los resultados obtenidos de una manera periódica, haciendo posible establecer planes de acción cuando sea necesario, redefinir la estrategia y corregir lo que no se está cumpliendo o inclusive abandonar aquello que no se logre cumplir o que esté fuera de la nueva estrategia definida.

Para lograr tal fin, se deben establecer reuniones periódicas, se propone una vez al mes, donde el equipo de trabajo tenga un ambiente propicio para la revisión del informe de gestión entregado por la administración, la generación y búsqueda de propuestas que permitan dar solución a las ineficiencias encontradas, la evaluación de los logros y desaciertos obtenidos y la documentación de las buenas prácticas evidenciadas.

Deberán dejarse actas y compromisos en cada una de estas reuniones que permita realizar seguimiento a las propuestas o acciones planteadas en la reunión.

El informe de gestión entregado por la administración del edificio deberá incluir como mínimo los siguientes puntos.

- a. Política energética.
- b. Los avances y dificultades encontradas en el cumplimiento de los planes estratégicos establecidos.
- c. Los históricos y tendencias de los consumo de energía de los últimos meses, junto con el análisis correspondiente al mes en curso.
- d. Los indicadores energéticos que se están midiendo, y si es el caso, las justificaciones y planes de acción a seguir en caso de no estar cumpliendo alguno de ellos.
- e. Los valores de la temperatura exterior, pueden ser de estaciones meteorológicas cercanas, que permitan realizar correlaciones con el consumo de energía y la temperatura exterior, y así, en buena medida, entender aumentos o disminuciones en el consumo de energía (ver ejemplo de esta correlación en el capítulo 7, caso de estudio).
- f. El flujo de caja de los proyectos implementados o a implementar.
- g. La identificación de brechas y problemas presentados, para ser discutidos en las reuniones con el equipo de trabajo.
- h. Las buenas prácticas implementadas.
- i. Las comunicaciones y eventos ejecutados tales como: boletines, correos electrónicos con consejos, encuestas de percepción, reuniones, etc.
- j. Los avances a los temas pendientes de las reuniones pasadas donde se informe la gestión y resultados obtenidos.

6.8 Comparar el consumo de energía con otros edificios.

Es importante tener referencias de consumo de energía de otros edificios de la región o el mundo, que permita saber si las acciones implementadas y los resultados obtenidos, en cuanto al consumo de energía, son adecuados.

Para que la comparación sea efectiva, se debe buscar edificios con características similares o que los acerquen, por ejemplo año de construcción, clima en el que está ubicado, tipo de usos (oficinas, escuelas, vivienda, etc.), alcance del aire acondicionado al interior del edificio, número de personas, horas de operación, etc.

Se recomienda usar *el Energy Star Portfolio Manager*, el cual es gratuito y está disponible en la siguiente URL (<https://www.energystar.gov/buildings/facility-owners-and-managers/existing-buildings/use-portfolio-manager>), como herramienta para comparar el desempeño energético de un edificio a nivel mundial. Para el uso de esta plataforma es necesario ingresar características propias del edificio y por su puesto sus consumos de energía, esta herramienta califica el consumo de acuerdo con los valores ingresados, además, también funciona como herramienta que determina las emisiones emitidas de CO₂. La certificación LEED utiliza esta plataforma como base para la evaluación de unos de los puntos referentes al comportamiento de energía de la edificación (Crédito EAc1: Desempeño de la optimización de la Eficiencia Energética), además hace parte de la metodología antes revisada de Energy Star.

7 Caso de estudio: Edificio de Dirección General de Bancolombia

Se ilustrarán en este capítulo, algunos apartados de la documentación del capítulo de energía entregada al USGBC, la cual permitió lograr la certificación LEED en operación y mantenimiento, categoría ORO, del Edificio Dirección General de Bancolombia Sede Medellín, obtenida en enero del año 2012. Durante este capítulo se observan algunos aspectos de la metodología propuesta anteriormente.

7.1 Definición de lineamientos hacia la sostenibilidad

El edificio de la Dirección General del Grupo Bancolombia fue planeado, diseñado y construido de acuerdo con altos estándares internacionales de sostenibilidad, en cuanto al uso de la energía, agua, calidad del aire interior, diseño interior, automatización, seguridad, entre otros.

Fue un concepto inspirado en el bienestar, comodidad y eficiencia para sus empleados, incluyendo en el diseño aspectos como una circulación perimetral, una planta abierta, vista del exterior para todos sus habitantes, funcionalidad entre las áreas y aspectos básicos relacionados con la ubicación y las dimensiones de los servicios complementarios (Grupo Bancolombia, 2011a), además el equipo de trabajo de diseño tenía planteados objetivos claros que hicieran del edificio de Bancolombia un edificio ejemplar y eficiente. Este objetivo fue demostrado con la obtención de la certificación LEED con calificación ORO en Enero de 2012.

7.2 Conformación del equipo humano:

Para llevar a cabo todo el proceso de certificación del edificio, fue necesario conformar un equipo de trabajo multidisciplinario que conociera los detalles constructivos y de operación del edificio, además que tuvieran poder de decisión a la hora de tomar determinaciones que implicaran inversiones económicas o cambios en la operación del edificio.

El equipo fue conformado por representantes de Bancolombia, de la constructora, diseñadores y la administración del edificio. Se realizaron reuniones quincenales donde se discutieron los avances en la documentación de los créditos y se resaltaban las acciones que se estaban implementando y que por ende repercutirán en mejoras relacionadas con el consumo de energía, agua y residuos sólidos.

7.3 Descripción del edificio y sus sistemas

Como parte de la documentación LEED del prerrequisito EAP1: Mejores Prácticas de la Gestión de la Eficiencia Energética, se generó un documento técnico, el cual describe de una manera detallada los equipos que contiene el edificio junto con sus principales características, y sirve como ejemplo del punto 6.3 de la metodología propuesta. El documento tiene como objetivo poner en contexto al equipo de la USGBC que evaluará el edificio para la certificación LEED, permitiendo hacerse una idea clara de los equipos y tecnología que este contiene. A continuación, se presenta parte de esta documentación utilizada. La información contenida en este informe técnico se encuentra con más detalle en el libro: Edificio Dirección General Bancolombia, Componentes arquitectónicos, técnicos y constructivos (Grupo Bancolombia, 2011b).

7.3.1 Documento técnico del edificio Dirección General Bancolombia.

El Edificio de Dirección General de Bancolombia está dotado de un sistema de aire acondicionado de agua helada por condensación de agua. Cuenta con unidades manejadoras de aire de volumen variable que suministran el aire por piso elevado en los pisos de oficinas (quinto al onceavo); y de volumen constante con suministro de aire superior por conductos para los pisos inferiores y piso doceavo. Todo el sistema de Aire Acondicionado es controlado por el sistema central de monitoreo o BAS (*Building Automatization System*) el cual permite su programación y control general.

En el sótano de la Torre Norte se encuentran tres enfriadores de agua con compresores centrífugos con consumos de 0.498 kilovatios por tonelada de refrigeración (KW/TR). Se tienen tres torres de enfriamiento, una de ellas para Chiller, localizadas en el techo de la Torre Norte, cada una de ellas tiene tres motores independientes que permiten a cada torre de enfriamiento trabajar en cuatro estados de carga (apagado, 33%, 66% y al 100%)

El edificio, como fachada exterior, tiene una proporción de 50% de área sólida y 50% de área vidriada. El vidrio empleado es del tipo de baja emisividad (conocido como low E) con un coeficiente de sombra de 0.6 que evita que el 40% de la energía radiante ingrese al edificio permitiendo que la radiación de calor externa no afecte, en gran medida, al sistema de aire acondicionado y por lo tanto sea mucho más eficiente.

El edificio tiene instalados un número significativo de medidores de energía, los cuales están conectados a la red del edificio y permiten monitorear en tiempo real los consumos de diferentes sistemas, además de capturar y almacenar datos a través del sistema central de automatización BAS, permitiendo así, construir y monitorear las tendencias de consumo que servirán como base de análisis a la hora de tomar decisiones en cuanto a la gestión energética.

El sistema de iluminación está automatizado en un 100% a excepción de las luces de emergencia de las escaleras de evacuación. Este sistema trabaja por medio de unas clavijas automáticas, llamadas Power Link (Schenider electric), las cuales a través de un controlador y por medio de la conexión IP del banco, permiten generar horarios de programación de diferentes áreas conformados por varios circuitos, además de manipular circuitos individuales desde el BAS.

La iluminación en áreas de oficinas funciona por demanda de usuarios, a través de un software (Lumine) que integra el control de acceso con el circuito asociado sobre el puesto de trabajo de cada empleado.

Todas las cortinas del edificio se gestionan a través de un software llamado Somfy (instalado y administrado en el BAS), este software, automáticamente posiciona las cortinas del edificio de acuerdo con las señales recibidas por cuatro sensores de sol (uno para cada fachada) situados en el techo del edificio evitando así la entrada de la luz en el lugar de trabajo, estas cortinas son posicionadas o bajadas a la mitad durante la noche para minimizar el efecto de la luz interna del edificio hacia el exterior y así no ser un punto iluminado de la ciudad.

El edificio cuenta con un centro de monitoreo (BAS) el cual trabaja bajo una aplicación llamada Enterprise Building Integrator (EBI) de Honeywell, esta integra más de 17.000 señales proveniente de cada uno de los sistemas presentes en el edificio, tales como: detección de incendios, control de accesos, circuito cerrado de televisión, subestaciones de energía, aire acondicionado, iluminación, sistema hidro-sanitario, UPS, generadores, ascensores, etc.

El mantenimiento del Edificio de Dirección General es administrado y ejecutado por la multinacional Sodexo. Para tal fin, se tiene un equipo de trabajo que programa, revisa y ejecuta el mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo del Edificio. Adicionalmente Sodexo subcontrata y realiza un seguimiento y control a las empresas encargadas de mantenimientos especializados a equipos tales como: el sistema de aire acondicionado, el transporte vertical del edificio, plantas de energía o generadores, UPS, equipos de automatización, sistema hidráulico, entre otros.

Para la realización del mantenimiento y garantizar la cobertura adecuada en cada uno de los sistemas, el equipo de administradores conjuntamente con los ingenieros, diseñaron un cronograma de mantenimiento con su respectiva periodicidad, este cronograma debe ser evaluado mes a mes, además existen indicadores de cumplimiento que son revisados por Bancolombia como parte vital de la gestión de Sodexo en la administración integral del Edificio.

7.4 Seguimiento a la gestión energética e indicadores.

Una de las primeras actividades realizadas, en cuanto a la gestión energética del edificio, fue conocer el comportamiento y la manera como este se ocupa y se desocupa durante la jornada diurna y se entendió la dinámica de operación del edificio.

Las figuras 6 y 7 son tomadas del software de automatización del edificio (EBI) y permiten evidenciar el comportamiento energético durante varios meses y un día de la semana, además sirven como base de comparación ante implementaciones de proyectos energéticos. La figura 6, muestra el consumo de la energía para el periodo (Junio 2009 a Octubre 2010). El pico de mayor consumo para cada semana se ve principalmente los días lunes (debido a que el aire acondicionado debe vencer toda la carga térmica acumulada durante el fin de semana en el cual este permaneció apagado), los menores días de consumo son durante los fines de semana, especialmente el domingo donde el Edificio prácticamente permanece desocupado, además durante los fines de semana, el aire acondicionado no se enciende y la iluminación de Edificio se hace por demanda de usuarios, es decir solo se encienden los circuitos de los pocos empleados que vienen a trabajar.

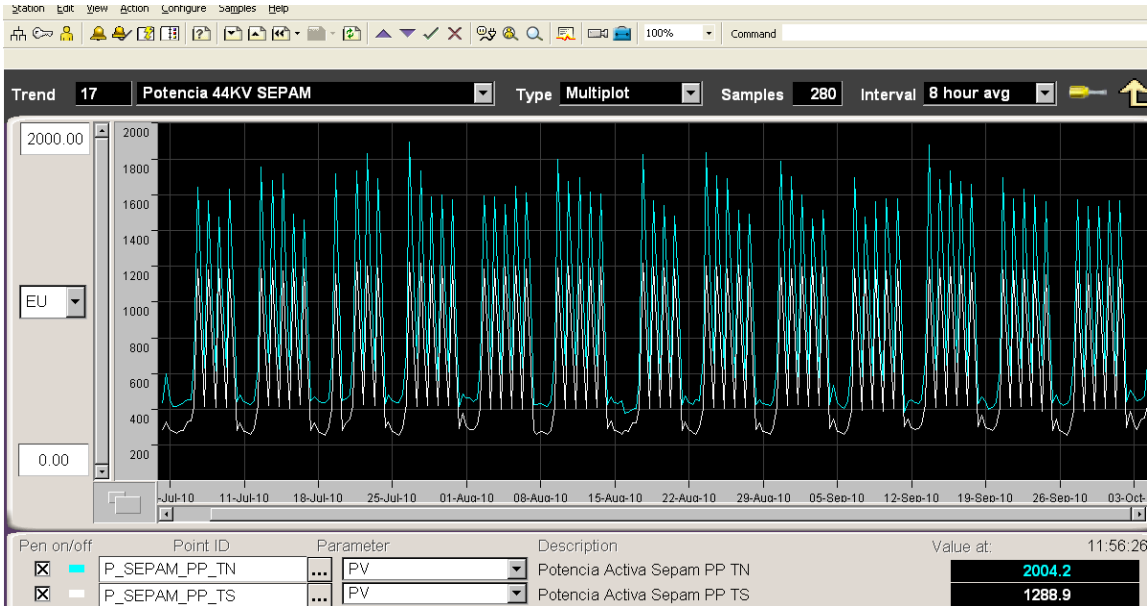


Figura 6. Consumo de kWh de un mes - tomada del software de monitoreo EBI

La figura 7, muestra el consumo típico de un día en un sector del edificio, allí se aprecia como al inicio (6:00am a 8:00am) y al final de la operación (5:30pm a 8:00pm) se da de una manera suave, lo que demuestra que el edificio se enciende y se apaga lentamente dependiendo de la demanda de empleados (Lumine - software de integración de circuitos de iluminación con acceso).



Figura 7. Consumo de kWh de un día - tomada del software de monitoreo EBI

Como parte del seguimiento a la gestión energética, se debe tener el consumo histórico de energía del edificio, lo cual permite evaluar las acciones a implementar y calcular los ahorros reales. Para el caso del edificio de Dirección General, estos datos son registrados por los equipos de medida (ION) ubicados en la entrada principal de 44Kv de cada subestación de energía, esta información puede ser descargada directamente desde el equipo, o a través de un portal WEB de la empresa de servicios públicos que provee la energía al edificio.

Para facilitar la gestión y análisis de los resultados mensuales, se implementó el uso de indicadores de energía que permiten comparar el consumo de energía por días de la semana, tal y como se mencionó en la sección 6.5.1 (Indicador de consumo energético por días de semana al mes), el resultado de la medición y gestión de este indicador se observa en la figura 8.

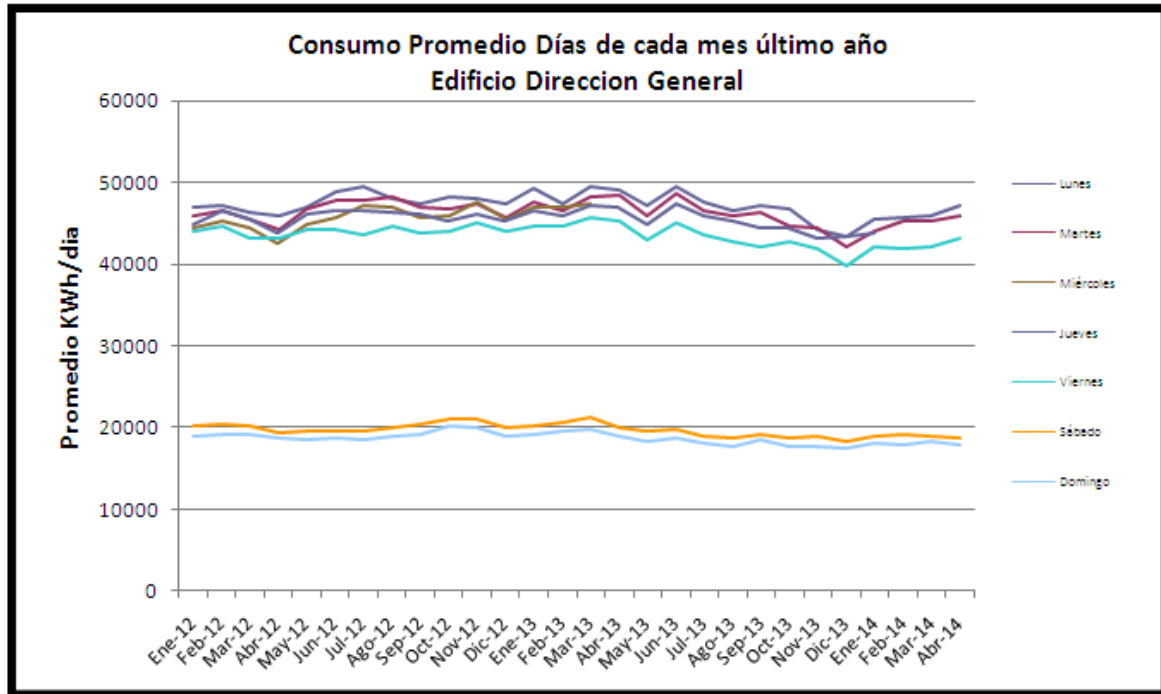


Figura 8. Consumo energético promedio por días de semana al mes – elaboración propia.

De esta manera se pueden evidenciar disminuciones en consumo de energía, presentado en cada día de la semana y se pueden validar estos resultados con las acciones emprendidas, para el caso de la figura 8, es evidente como el edificio ha tenido una disminución de consumo desde el mediados del 2013, con su punto mas bajo en el mes de Diciembre, donde la ocupación del edificio es menor y además existen jornadas especiales por las festividades, lo cual evidencia la implementación de apagados de iluminación y aire acondicionado durante las horas de almuerzo, el monitoreo por parte del personal de administración a estas jornadas especiales para el apagado de los equipos como el aire acondicionado y la iluminación y el proyecto de cambio a iluminación LED en algunas zonas del edificio.

Uno de los proyectos que apuntan hacia la eficiencia energética realizado en el edificio, fue la implementación de un sistema llamado Lumine, el cual integra el control de acceso con la iluminación. Este funciona agrupando las personas que comparten un circuito de iluminación de oficina en el edificio, de tal manera que cuando alguna de ellas ingrese al piso y marque con su tarjeta de acceso la entrada, Lumine entienda que debe encender

el circuito, a su vez, al terminar la jornada, cuando las personas empiecen a marcar su salida, el circuito se apagará una vez todas las personas pertenecientes a ese grupo hayan marcado su salida. La Tabla 7 muestra el análisis realizado donde se expresan los ahorros en kWh y energía previstos con la implementación de este proyecto.

Promedio Consumo por circuito Kwh	0.448 Kwh
Promedio de horas ahorradas por circuito (horas)	2 Horas
Días en el mes (días)	22 Días
Total de horas ahorradas por año en circuito de iluminación (horas)	528 Horas
Promedio del costo de KWh en los últimos 12 meses (COP)	227.8 COP
Ahorro Anual total de KWh	146,893.82 Kwh
Ahorro Anual total de Btu	501,084.21 Btu
Ahorros de Lumine en el año (COP)	33,462,413.11 COP

Tabla 7. Ahorros kWh Proyecto Lumine – elaboración propia.

7.4.1 Comportamiento climático de la ciudad durante los últimos meses

La figura 9 muestra el comportamiento climático de la ciudad según la estación meteorológica del aeropuerto Olaya Herrera y su correlación con el consumo promedio semanal de energía para cada mes, de esta manera se prueba como el consumo del edificio está influenciado fuertemente por el clima o temperatura exterior debido a que el sistema de refrigeración y aire acondicionado representa cerca del 45% del consumo total de energía del edificio.

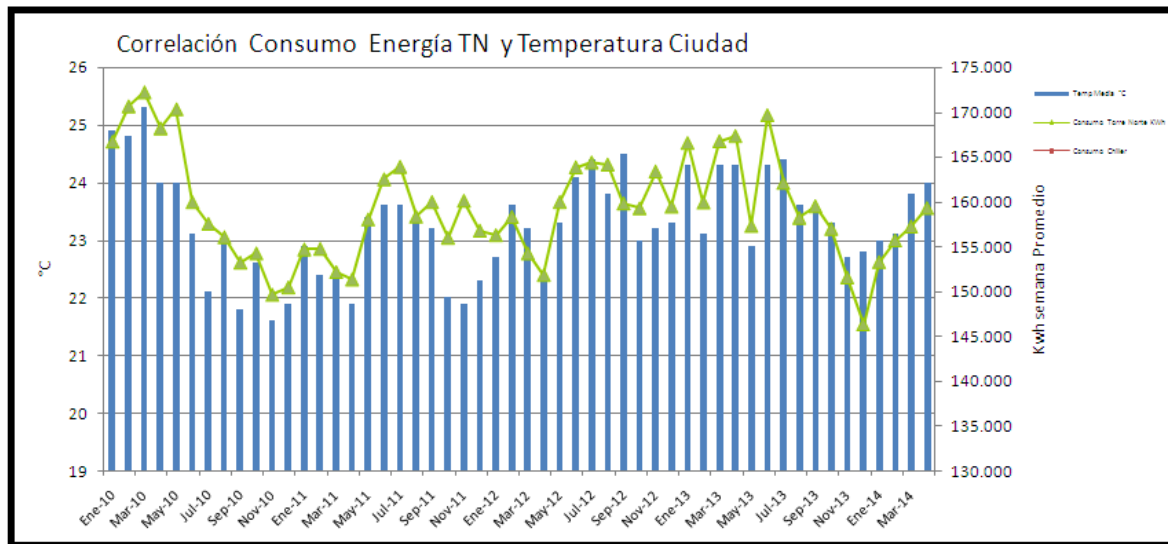
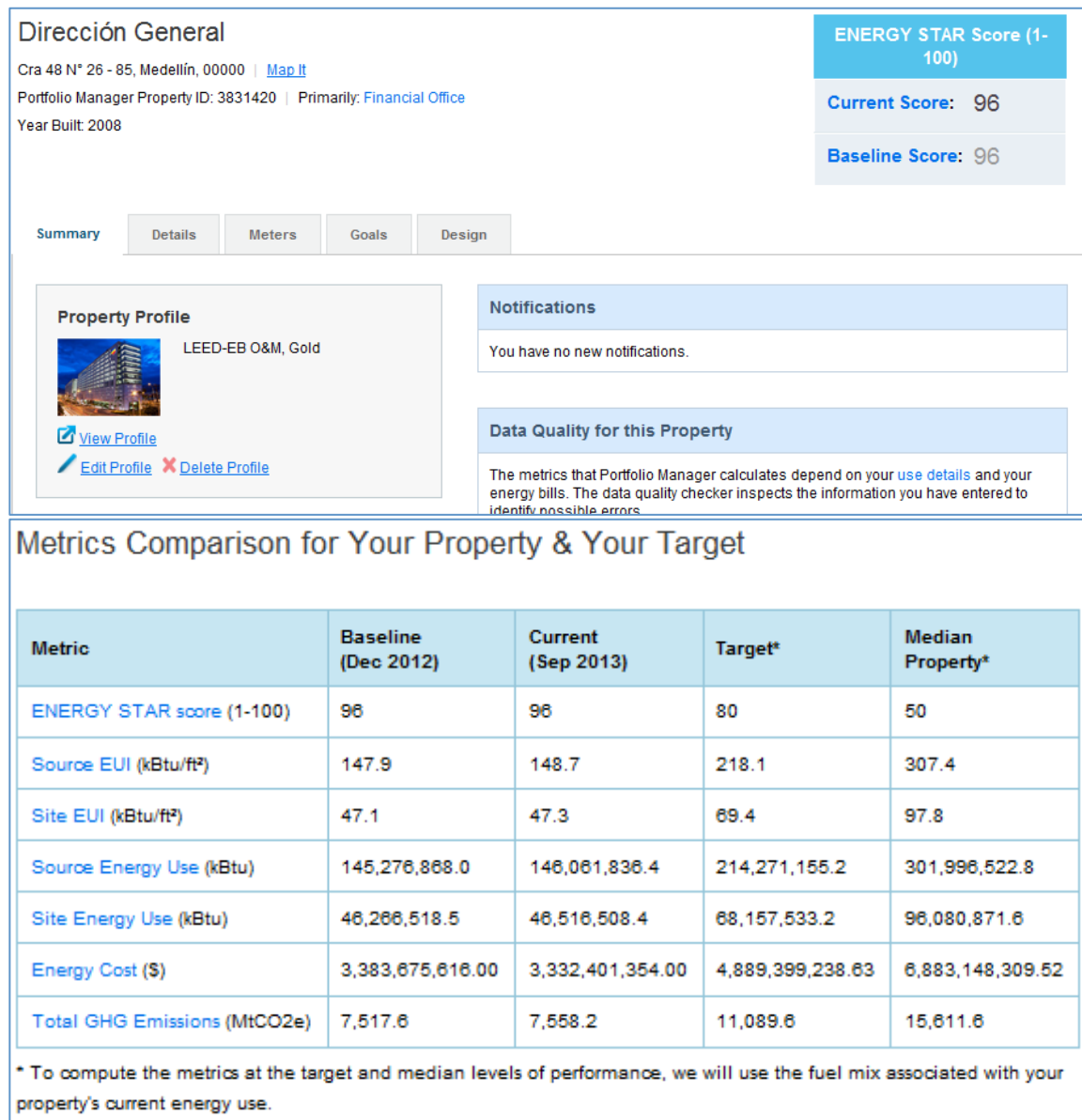


Figura 9. Comportamiento climático de Medellín – Antioquia 2010 - 2014

Por último, como parte del Crédito EAc1: Desempeño de la optimización de la Eficiencia Energética, se comparó el consumo energético del edificio a través de la plataforma de Energy Star. La calificación obtenida para el edificio fue sobresaliente y entregó dieciséis puntos LEED de los dieciocho posibles. La figura 10 muestra los resultados emitidos por Energy Star en su portal Portafolio Manager.



Metrics Comparison for Your Property & Your Target

Metric	Baseline (Dec 2012)	Current (Sep 2013)	Target*	Median Property*
ENERGY STAR score (1-100)	96	96	80	50
Source EUI (kBtu/ft²)	147.9	148.7	218.1	307.4
Site EUI (kBtu/ft²)	47.1	47.3	69.4	97.8
Source Energy Use (kBtu)	145,276,868.0	146,061,836.4	214,271,155.2	301,996,522.8
Site Energy Use (kBtu)	46,266,518.5	46,516,508.4	68,157,533.2	96,080,871.6
Energy Cost (\$)	3,383,675,616.00	3,332,401,354.00	4,889,399,238.63	6,883,148,309.52
Total GHG Emissions (MtCO2e)	7,517.6	7,558.2	11,089.6	15,611.6

* To compute the metrics at the target and median levels of performance, we will use the fuel mix associated with your property's current energy use.

Figura 10. Calificación Energy Star para el edificio dirección general de Bancolombia –Energy Star

8 Conclusiones y Recomendaciones

8.1 Conclusiones

1. A través del estudio e investigación de certificaciones, estándares, normas y leyes aplicadas en Europa y Estados Unidos a la construcción sostenible y la eficiencia energética en edificaciones, y teniendo en cuenta los aspectos comunes y complementarios de estas, se propuso una metodología de gestión energética de edificios comerciales aplicable al entorno Colombiano, donde se mencionan aspectos relacionados con la definición de una política energética, el seguimiento de planes estratégicos enfocados a la disminución y uso eficiente de la energía, la conformación de un equipo interdisciplinario que realice control y seguimiento al consumo energético del edificio, el levantamiento de un manual de operación del edificio, la implementación y seguimiento de indicadores de gestión energético, la necesidad de tener planes de comunicación de las buenas prácticas que muestre los resultados obtenidos a la comunidad que lo habita y la conformación de un plan de mejora y revisión continua que permita adoptar las mejores tecnologías actuales y mantener en vigencia las prácticas y metodologías aplicadas a lo largo de la vida útil del edificio.
2. Existe un creciente interés, que ha venido en aumento en los últimos 3 años, en la construcción sostenible y la administración eficiente del uso de la energía en edificios en Colombia, especialmente en el gremio de la construcción y administración de los edificios, con más de 30 edificaciones certificadas LEED en el país y alrededor de 100 en proceso de certificación, además del surgimiento del consejo de la construcción sostenible colombiana en el 2008 y la adopción de la norma ISO 50001 al entorno Colombiano.

3. El entendimiento, adopción, implementación y uso de las buenas prácticas, descritas en las certificaciones, normas, guías y la metodología propuesta en este trabajo final, facilitan la obtención de iniciativas e ideas que permiten mejorar la eficiencia energética de un edificio y por ende esperar ahorros en sus costos de operación. El caso de estudio del Edificio de Dirección General de Bancolombia, permitió comprobar como una adecuada gestión energética, un conocimiento detallado de los equipos electromecánicos que contiene, el entendimiento de su arquitectura, diseño y envolvente, un monitoreo constante y en línea de los consumos de energía y la búsqueda de mejores tecnologías que disminuyen el consumo energético, da resultados positivos en cuanto a la disminución del consumo tal y como se evidencio en el caso de estudio, sumando a esto la calificación sobresaliente por parte del EnergyStar.

8.2 Recomendaciones

1. El ciclo de vida de las edificaciones sostenibles, incluye aspectos relacionados con: la eficiencia energética, el cuidado del agua, el uso de materiales aislantes de calor (envolvente de la edificación), materiales reciclables o amigables con el medio ambiente, materia prima proveniente de sitios cercanos y certificados, iluminación natural, recolección de los residuos generados (durante la construcción, operación y deconstrucción), un equipo administrativo y de mantenimiento especializado, implementación de energías renovables (solar, eólica, biomasa) para la alimentación de cargas no críticas, entre muchos otros, que se deben contemplar durante las etapas de diseño, construcción, operación y deconstrucción del edificio las cuales deben ir conectándose en la medida que se desarrolla consciente y sistemáticamente la edificación durante su vida útil.

2. Se recomiendan a las administraciones de Edificios, en aras de conseguir y mantener una exitosa Gestión Energética, implementar, al interior de la edificación, una cultura de sostenibilidad, apoyada en una correcta e impecable campaña de comunicación que informe, enseñe y muestre los resultados obtenidos de una manera amable y simple a todos los residentes, de tal manera que los siga invitando e incentivando a ser parte de la eficiencia energética del edificio.

Bibliografía

1. ÁLVAREZ, C. & SERNA, F. (2012). *Normatividad sobre eficiencia energética y Edificaciones Verdes*. Medellín: CIDET.
2. AYUNTAMIENTO DE MADRID FORO PRO CLIMA. (2012). *Guía de buenas prácticas ambientales en el diseño, construcción, uso, conservación y demolición de edificios e instalaciones*.
3. BNIM. (2013). [On-line]. Disponible en: <http://www.bnim.com/practice/approach>
4. BREEAM. (2014). [On-line]. Disponible en: <http://www.breeam.es/index.php/certifica/por-que-certificar-con-breeam>
5. CONGRESO DE COLOMBIA. (2001, Octubre 3) Ley Colombiana sobre el uso racional y eficiente de la energía. (Ley 697, 2001). *Diario Oficial Año CXXXVII*. N. 44573. 5 pp. 1.
6. CONSEJO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE CCCS. (2013). [On-line]. Disponible en: <http://www.cccs.org.co/construccion-sostenible/certificacion-de-edificaciones>
7. DOTY, S. TURNER, W. (2006). *Energy Management Handbook* (6° ed.). School of Industrial Engineering and Management, Oklahoma State University. Stillwater, Oklahoma.

8. EL PARLAMENTO EUROPEO Y EL CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA. (2003, Abril 1). Directiva 2002/91/CE Del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2002 relativa a la eficiencia energética de los edificios, *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, 1, pp. 65-171.
9. EL PARLAMENTO EUROPEO Y EL CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA. (2009, Mayo 19). Decisión 406/2009/Ce Del Parlamento Europeo y Del Consejo, de 23 de abril de 2009 sobre el esfuerzo de los Estados miembros para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero a fin de cumplir los compromisos adquiridos por la Comunidad hasta 2020, *Diario Oficial de la Unión Europea*, pp. 136-148.
10. EL PARLAMENTO EUROPEO Y EL CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA. (2010, Abril 23). Directiva 2010/31/UE Del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de Mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios, *Diario Oficial de la Unión Europea*, pp. 13-35
11. ENERGY STAR (2014). [On-line]. Disponible en: <https://www.energystar.gov/>
12. ENERGY STAR GUIDELINES FOR ENERGY MANAGEMENT. (2014). [On-line]. Disponible en: <http://www.energystar.gov/buildings/facility-owners-and-managers/existing-buildings/get-started/read-energy-star-guidelines-energy>
13. ESCRIVÁ, Guillermo (2011, Agosto), Basic actions to improve energy efficiency in commercial buildings in operation. *Energy and buildings* 43 (2011), pp. 3106–3111.
14. ESCRIVÁ, Guillermo; SANTAMARIA, Oscar & MUGARRA-LLOPIS, Fernando (2012, Enero). Continuous assessment of energy efficiency in commercial buildings using energy rating factors. *Energy and Buildings* 49 (2012), pp. 78–84.
15. GEES GRUPO DE ESTUDIOS DE ENERGÍA PARA LA SOSTENIBILIDAD Càtedra Unesco de Sostenibilitat UPC. (2011, Enero). *Certificación Energética de Edificios Sector Terciario*. Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Terrasa. Universitat Politècnica de Catalunya.

16. GRUPO BANCOLOMBIA (2011a) Edificio Dirección General Bancolombia, *Memorias del desarrollo y ejecución del proyecto*.
17. GRUPO BANCOLOMBIA (2011b). Edificio Dirección General Bancolombia, *Componentes arquitectónicos, técnicos y constructivos*.
18. HARVARD GREEN BUILDING SERVICES. *Harvard Facilities Maintenance Operations* (2011, Diciembre). ASHRAE level II Energy Audit, 74 mount Auburn Street Harvard Faculty of Arts and Sciences.
19. ISO INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. (2011), *Win the energy challenge with ISO 50001*.
20. MACÍAS, M, & GARCÍA, J. (2010). Metodología y herramienta VERDE para la evaluación de la sostenibilidad en edificios. *Informes de la Construcción* Vol. 62, 517, pp. 87-100.
21. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS DEL PERÚ. (2008, Mayo). *Elaboración de Proyectos de Guías de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético*. Edificios Públicos. Perú.
22. PAISMINERO. (2013, Mayo) [On-line]. Disponible en: http://www.paisminero.com/index.php?option=com_content&view=article&id=11375:schneider-electric-logra-primera-certificacion-iso-50001-del-pais&catid=133:gas-y-energia&Itemid=542
23. PIÑERO, Edwin. (2011, Mayo 5), ISO 50001 Energy Management. *ISO Focus+ Magazine*, 2, 5, pp. 8-10.
24. POLITICA ENERGÉTICA ABB. (2012, Abril) [On-line]. Disponible en: [http://www02.abb.com/global/arabb/arabb101.nsf/0/17f5b8c75d3a581bc1257b9600525840/\\$file/Políticas_EnergeticaABB_BAJA.pdf](http://www02.abb.com/global/arabb/arabb101.nsf/0/17f5b8c75d3a581bc1257b9600525840/$file/Políticas_EnergeticaABB_BAJA.pdf)
25. POTSDAM INSTITUTE FOR CLIMATE IMPACT RESEARCH AND CLIMATE ANALYTICS (2013, Junio), Resumen Ejecutivo. 4to *Informe Bajemos la*

Temperatura: Fenómenos Climáticos Extremos, Impactos regionales y posibilidades de Adaptación. Banco Mundial.

26. RAHMAN, Farzana; O'BRIEN, Casey, AHAMED Sheikh I, ZHANG He, LIU Lin (2011, Junio). Design and implementation of an open framework for ubiquitous carbon footprint calculator applications. *Sustainable Computings: Informatics and Systems* 1 (2011), pp. 257–27.
27. ROCHA TAMAYO, Eduardo (2011, 15 Noviembre) Construcciones sostenibles: materiales, certificaciones y LCA. *Revista nodo 11*, Vol. 6. Año 6. pp. 99-116.
28. SCOFIELD, John H (2013, Agosto) Efficacy on LEED-certification in reducing energy consumption and greenhouse gas emissions for large New York City office buildings. *Energy and Buildings*, 67 (2013), pp. 517-524.
29. SANCHEZ DE LEON, Michelle; MARTI, Nuria (2013, Enero 17) La envolvente como estrategia de diseño sostenible. Trabajo de investigación Doctoral Universidad Ramón Llul. [On-line]. Disponible en: <http://beyondsustainable.net/2013/01/17/la-envolvente-como-estrategia-de-diseno-sostenible/>
30. SLEEUW, Martin (2011, Noviembre) A Comparison Of Breeam® And Leed® Environmental Assessment Methods, *A Report To The University Of East Anglia Estates And Buildings Division*.
31. UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. (2008). *Kyoto Protocol Reference Manual on accounting of emissions and assigned amount*.
32. UNITED NATION, STATUS OF RATIFICATION OF THE KYOTO PROTOCOL. (2013). [On-line]. Disponible en: <http://unfccc.int/kyotoprotocol/statusofratification/items/2613.php>

33. USGBC, (2009). Green Building Operations and Maintenance. *LEED® Reference guide for green building operations and maintenance*.
34. USGBC DIRECTORIO DE PROYECTOS LEED® EN EL MUNDO. (2014). [On-line]. Disponible en: <http://www.usgbc.org/projects>
35. VICERRECTORADO DE INFRAESTRUCTURAS Y CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA. (2011, Abril 26). *Metodología para la sostenibilidad aplicada a la edificación*.